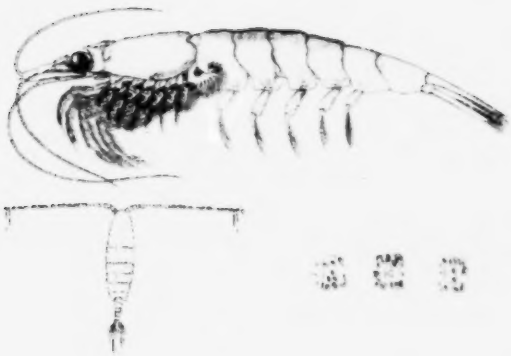
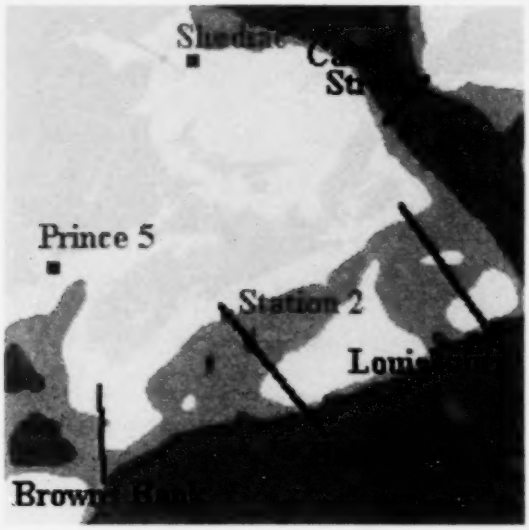
Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences
Maritimes/Gulf Regions

Canadian Science Advisory Secretariat
Science Advisory Report 2005/046

2004 STATE OF THE OCEAN: CHEMICAL AND BIOLOGICAL OCEANOGRAPHIC CONDITIONS IN THE GULF OF MAINE - BAY OF FUNDY, SCOTIAN SHELF AND THE SOUTHERN GULF OF ST. LAWRENCE





Context

The Atlantic Zone Monitoring Program (AZMP) was initiated in 1998 to: (1) increase DFO's capacity to understand, describe, and forecast the state of the marine ecosystem, and (2) quantify the changes in ocean physical, chemical and biological properties and predator-prey relationships of marine resources. A critical element of AZMP is an annual assessment of the distribution and variability of nutrients and the plankton that they support.

The AZMP uses data collected through a network of sampling locations (fixed point stations, cross-shelf sections, groundfish surveys, satellite remote-sensing) in Quebec, Maritimes, Southern Gulf, and Newfoundland sampled from bi-weekly to annually. Information on the relative abundance and community structure of plankton is also collected from Iceland to the coast of Newfoundland and Newfoundland to the Gulf of Maine through commercial ship traffic instrumented with a Continuous Plankton Recorder (CPR).

A description of the distribution in time and space of nutrients dissolved in seawater (nitrate, silicate, phosphate, oxygen) provides important information on the water movements and on the locations, timing and magnitude of biological production cycles. A description of the distribution of phytoplankton and zooplankton provides important information on the organisms forming the base of the marine food-web. An understanding of the production cycles of plankton is an essential part of an ecosystems approach to fisheries management.

November 2005

Canada

Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences
Maritimes/Gulf Regions

Canadian Science Advisory Secretariat
Science Advisory Report 2005/046

2004 STATE OF THE OCEAN: CHEMICAL AND BIOLOGICAL OCEANOGRAPHIC CONDITIONS IN THE GULF OF MAINE - BAY OF FUNDY, SCOTIAN SHELF AND THE SOUTHERN GULF OF ST. LAWRENCE

Context

The Atlantic Zone Monitoring Program (AZMP) was initiated in 1998 to: (1) increase DFO's capacity to understand, describe, and forecast the state of the marine ecosystem, and (2) quantify the changes in ocean physical, chemical and biological properties and predator-prey relationships of marine resources. A critical element of AZMP is an annual assessment of the distribution and variability of nutrients and the plankton that they support.

The AZMP uses data collected through a network of sampling locations (fixed point stations, cross-shelf sections, groundfish surveys, satellite remote-sensing) in Quebec, Maritimes, Southern Gulf, and Newfoundland sampled from bi-weekly to annually. Information on the relative abundance and community structure of plankton is also collected from Iceland to the coast of Newfoundland and Newfoundland to the Gulf of Maine through commercial ship traffic instrumented with a Continuous Plankton Recorder (CPR).

A description of the distribution in time and space of nutrients dissolved in seawater (nitrate, silicate, phosphate, oxygen) provides important information on the water movements and on the locations, timing and magnitude of biological production cycles. A description of the distribution of phytoplankton and zooplankton provides important information on the organisms forming the base of the marine food-web. An understanding of the production cycles of plankton is an essential part of an ecosystems approach to fisheries management.

November 2005

Canada

SUMMARY

- Winter surface nutrient concentrations in 2004 off Halifax were among the highest observed and summer concentrations the lowest since regular observations began in 1999.
- The seasonal decline in surface nutrients in the Bay of Fundy started 2 months earlier in 2004 than observed previously.
- Bottom water nutrient concentrations off Halifax and the broader Scotian Shelf in summer were lower in 2004 than in 2003 while concentrations in the Southern Gulf in fall were higher.
- Strong spring blooms were observed in the Southern Gulf, on the Scotian Shelf and Georges Bank in 2004. Maximum phytoplankton biomass, however, was not as high as the record levels seen in 2003.
- Flagellates dominated the community composition of phytoplankton off Halifax in 2004.
- Continuous Plankton Recorder (CPR) colour index and species counts in 2003 showed that phytoplankton abundance on the Scotian Shelf continues to be well above levels observed in the 1960s/1970s.
- Zooplankton biomass and *Calanus finmarchicus* abundance in Shediac Valley in 2004 were lower than the record high levels observed in 2003. However, record high levels were observed in the broader Southern Gulf in fall.
- The contribution of *Calanus spp.* to the zooplankton community in Shediac Valley, off Halifax and in the Bay of Fundy has increased yearly since observations began in 1999.
- *Calanus finmarchicus* reproduction started earlier off Halifax in 2004 than in the previous 4 years.
- CPR counts in 2003 showed that the abundance of several important zooplankton species continues to be well below levels observed in the 1960s/1970s. Euphausiid numbers recovered in 2003 from the dramatic decline observed in 2002 while *Paracalanus / Pseudocalanus spp.* continued to exhibit record low counts.

INTRODUCTION

The production cycle of plankton is largely under the control of physical processes. Specifically, light and nutrients (e.g. nitrate, phosphate, silicate) are required for the growth of marine microscopic plants (phytoplankton). Of the major available nutrients, nitrogen is generally in shortest supply in coastal waters and is thought to limit the growth of phytoplankton, particularly in summer. A description of the cycle of nutrients on the continental shelf will aid in understanding and predicting the spatial and temporal variability in plankton populations.

Phytoplankton are the base of the marine food-web and the primary food source for the animal component of the plankton (zooplankton). Both phytoplankton and zooplankton, in turn, are food for larval fish and invertebrates and influence their survival rate. An understanding of plankton cycles will aid in assessing the state of the marine ecosystem and its capacity to sustain harvestable fisheries.

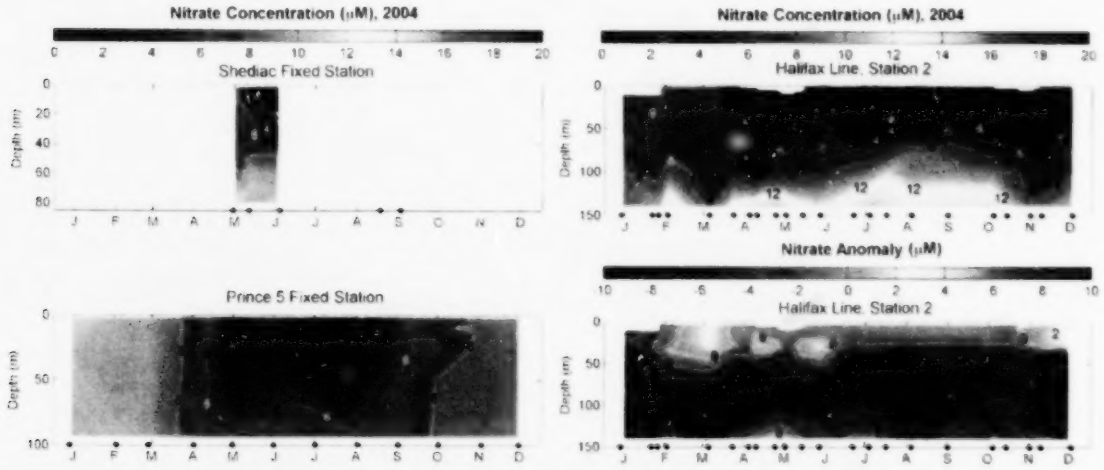
The AZMP provides basic information on the natural variability of physical, chemical and biological properties of the Northwest Atlantic continental shelf. Groundfish surveys and cross-shelf sections provide detailed regional geographic information but are limited in their seasonal coverage. Critically placed fixed stations (the Shediac Valley station in the Southern Gulf of St. Lawrence, Station 2 along the Halifax section on the Scotian Shelf and the Prince 5 station in the Bay of Fundy) complement the geography-based sampling by providing more detailed information on seasonal changes in ecosystem properties. Satellite remote-sensing of sea-surface phytoplankton biomass (chlorophyll) provides a large scale, zonal, perspective on

important environmental and ecosystem variability. The CPR sections provide information on large scale, inter-regional, and long-term (yearly to decadal) variability in plankton abundance and community structure.

CONDITIONS IN 2004

Nutrients

Fixed Stations. Rapid spring/early summer reduction in near surface nitrate concentrations was seen at all Maritimes/Gulf fixed stations in 2004. Low surface values persisted throughout the summer at Shediac Valley (evident despite limited sampling) and off Halifax and concentrations did not increase at the surface again until late fall. The depth of nitrate depletion in summer is generally greater off Halifax than at Shediac Valley. Summer nitrate depletion depths in 2004 off Halifax-were significantly greater than observed previously. Near surface nitrate concentrations in the Bay of Fundy were never exhausted. Limited sampling in 2004 precluded an evaluation of the seasonal nutrient cycle in Shediac Valley. The seasonal evolution of the vertical nitrate structure off Halifax in 2004 was similar to that observed in previous years except that concentrations at depth were notably lower in 2004. Surface concentrations in 2004 were comparable to the long-term average but concentrations at depth were substantially below the long-term average and comparable to concentrations observed in 1999 and 2001.



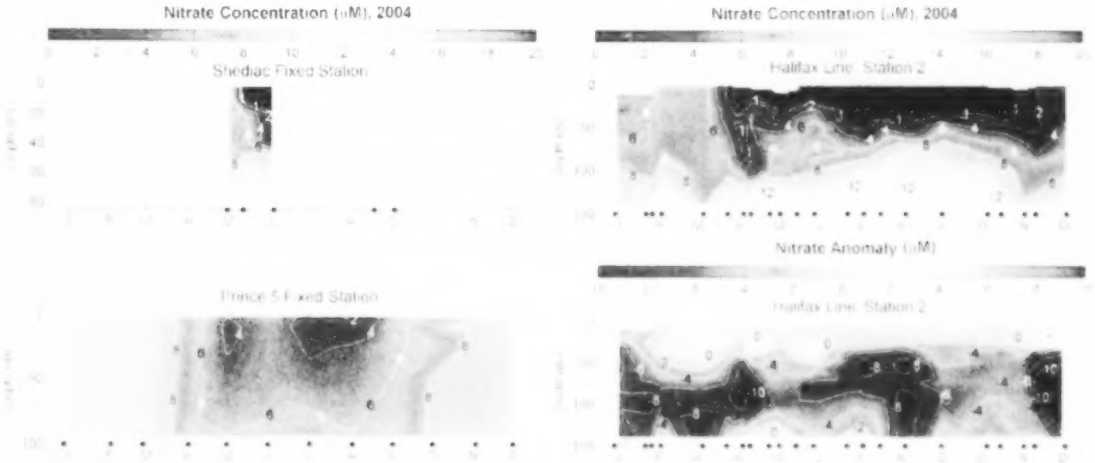
Strong seasonal variability in nitrate inventories of the upper 50 m (depth zone over which nutrient dynamics are strongly influenced by biological processes) was evident at all of the Maritimes/Gulf fixed stations. Nitrate levels at Shediac Valley in 2004 were comparable to levels observed previously, despite limited sampling. Although the seasonal pattern of variability in nitrate off Halifax in 2004 was similar to that observed in previous years, wintertime inventories in 2004 were among the highest observed since AZMP sampling started in 1999 and summer/fall inventories were among the lowest. Similarly, winter nitrate inventories in the Bay of Fundy were higher in 2004 than observed previously whereas summer/fall levels, never depleted, were comparable to levels observed over the past 6 years. In contrast to previous years, the spring/summer decline in nitrate (due to biological consumption) in the Bay of Fundy in 2004 started almost 2 months earlier (March versus May) than observed previously. A trend of increasing wintertime nitrate inventories at this

important environmental and ecosystem variability. The CPR sections provide information on large scale, inter-regional, and long-term (yearly to decadal) variability in plankton abundance and community structure.

CONDITIONS IN 2004

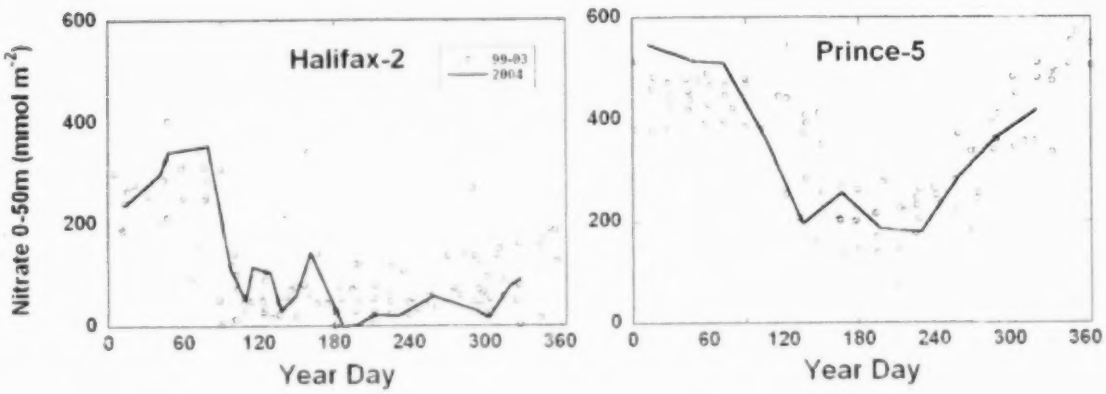
Nutrients

Fixed Stations. Rapid spring/early summer reduction in near surface nitrate concentrations was seen at all Maritimes/Gulf fixed stations in 2004. Low surface values persisted throughout the summer at Shediac Valley (evident despite limited sampling) and off Halifax and concentrations did not increase at the surface again until late fall. The depth of nitrate depletion in summer is generally greater off Halifax than at Shediac Valley. Summer nitrate depletion depths in 2004 off Halifax-were significantly greater than observed previously. Near surface nitrate concentrations in the Bay of Fundy were never exhausted. Limited sampling in 2004 precluded an evaluation of the seasonal nutrient cycle in Shediac Valley. The seasonal evolution of the vertical nitrate structure off Halifax in 2004 was similar to that observed in previous years except that concentrations at depth were notably lower in 2004. Surface concentrations in 2004 were comparable to the long-term average but concentrations at depth were substantially below the long-term average and comparable to concentrations observed in 1999 and 2001.



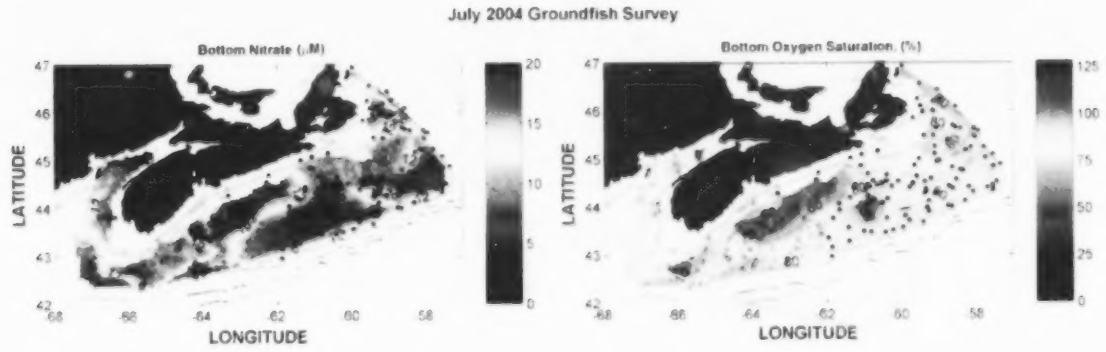
Strong seasonal variability in nitrate inventories of the upper 50 m (depth zone over which nutrient dynamics are strongly influenced by biological processes) was evident at all of the Maritimes/Gulf fixed stations. Nitrate levels at Shediac Valley in 2004 were comparable to levels observed previously, despite limited sampling. Although the seasonal pattern of variability in nitrate off Halifax in 2004 was similar to that observed in previous years, wintertime inventories in 2004 were among the highest observed since AZMP sampling started in 1999 and summer/fall inventories were among the lowest. Similarly, winter nitrate inventories in the Bay of Fundy were higher in 2004 than observed previously whereas summer/fall levels, never depleted, were comparable to levels observed over the past 6 years. In contrast to previous years, the spring/summer decline in nitrate (due to biological consumption) in the Bay of Fundy in 2004 started almost 2 months earlier (March versus May) than observed previously. A trend of increasing wintertime nitrate inventories at this

station has been evident for the past 4 years. Overall, annual nitrate inventories continue to be greatest in the Bay of Fundy and lowest off Halifax.



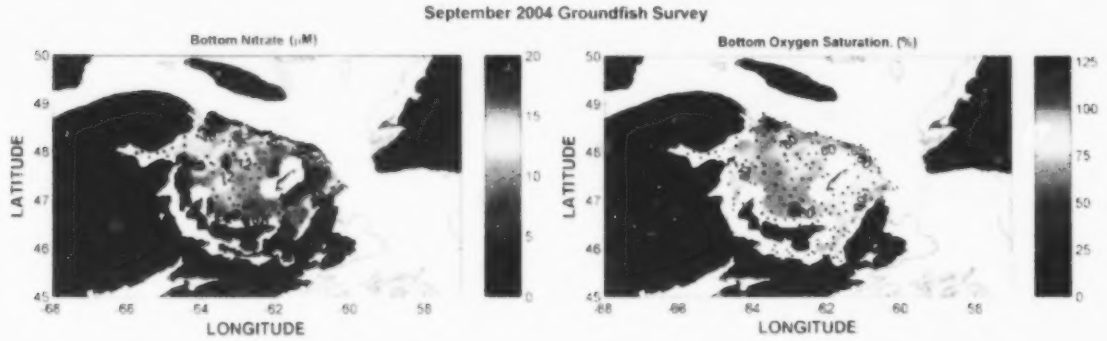
Shelf Sections. Vertical distributions of nitrate in spring and fall were generally similar along the Scotian Shelf sections in 2004, i.e. concentrations were low in near surface waters (<50 m), as a result of phytoplankton consumption, and increased with depth. Deep-water concentrations were highest in basins and in slope waters off the edge of the shelf. As in the previous year, nitrate levels in surface waters were already significantly depleted by the spring survey in April. Likewise, surface nitrate concentrations were still low during the fall survey in October, showing no evidence of seasonal mixing of nutrients from depth into surface waters. Near-surface nitrate inventories in 2004 were comparable to or slightly lower than levels observed in previous years.

Groundfish Surveys. Bottom water nitrate concentrations on the Scotian Shelf in July, 2004 were lower than levels observed in 2003. Concentrations increased with water depth with highest levels observed in the deep basins on the shelf (e.g. Emerald Basin) and in slope waters off the shelf edge. Bottom water oxygen saturation on the Scotian Shelf in summer 2004 was somewhat higher than saturation levels observed in 2003; lowest saturation levels were found in deep basins and deep waters off the shelf edge where nutrients were highest.



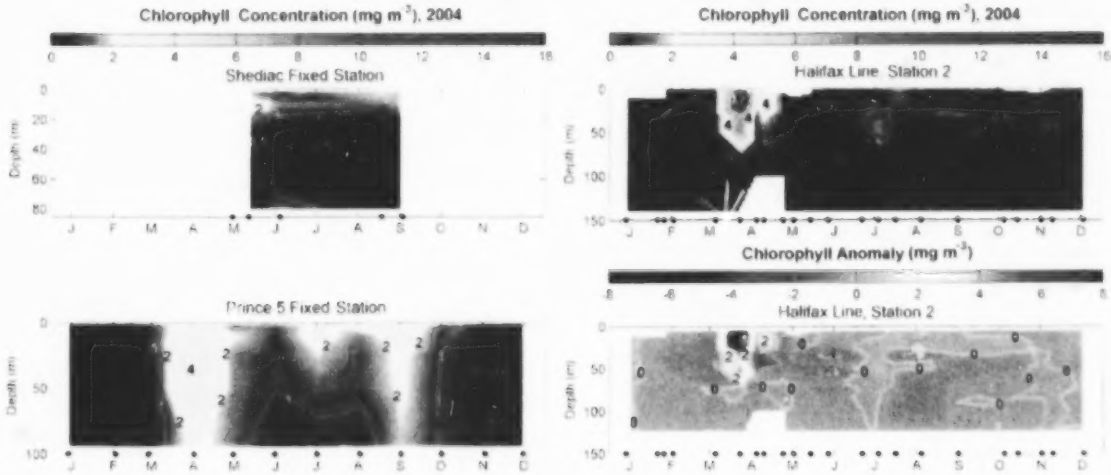
Bottom water nitrate concentrations in the Southern Gulf in September were higher overall in 2004 than in 2003. Highest concentrations were found in the western basin and in deep waters of the Laurentian Channel. Bottom water oxygen saturation in the Southern Gulf was

the same on average as levels observed in 2003. Saturation levels in the Southern Gulf were minimal in the western basin and deep waters of the Laurentian Channel, coincident with highest nutrient levels.



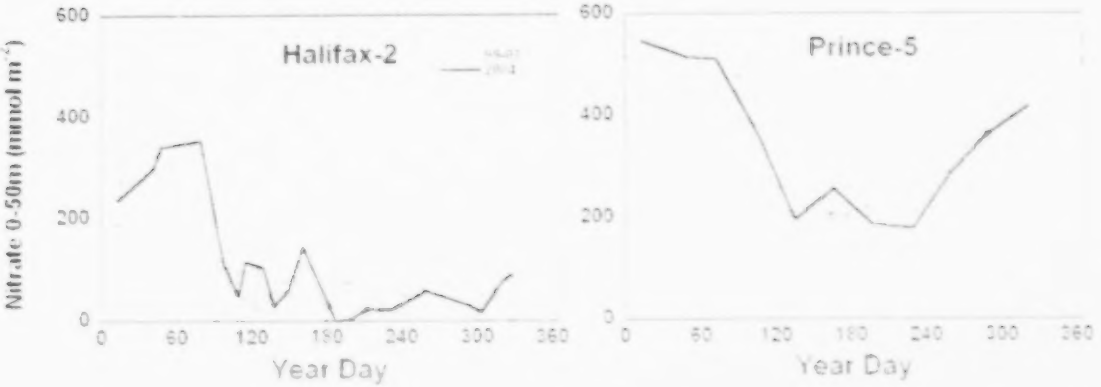
Phytoplankton

Fixed Stations. Distinctly different seasonal phytoplankton growth cycles are evident at the three Maritimes/Gulf fixed stations. Because of the presence of ice in the Southern Gulf in the spring, only the latter phase of the spring bloom is normally caught in sampling at Shediac Valley. This in addition to limited sampling during the ice-free period meant that little could be said about the magnitude and variability of phytoplankton biomass (chlorophyll), vertical distribution and community composition in 2004. The record high spring bloom observed off Halifax in 2003 was less pronounced in 2004 although still strong compared to previous years. The timing of the spring bloom off Halifax in 2004 was similar to observations made previously. The phytoplankton growth cycle in the Bay of Fundy in 2004, in contrast to Halifax, was characterized by a relatively sustained burst of growth beginning in early summer and lasting until fall and characterize by two peaks.



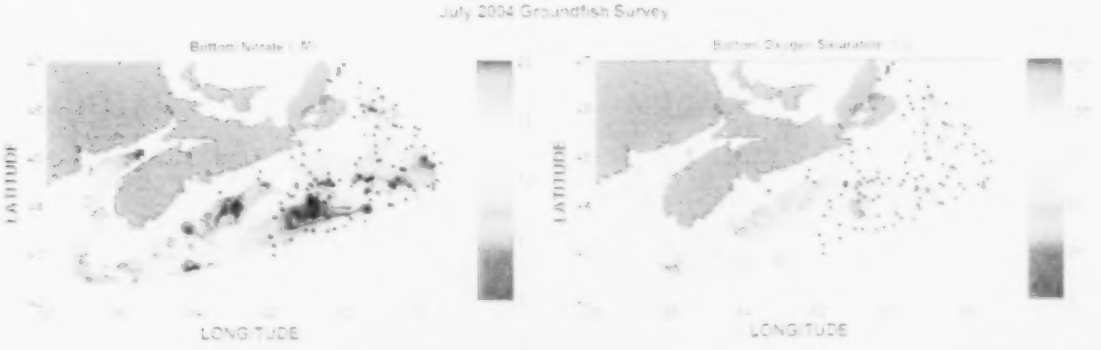
Chlorophyll inventories at Shediac during the limited sampling in 2004 were consistent with levels observed previously. Chlorophyll inventories off Halifax and in the Bay of Fundy were generally comparable to 2003 levels, however, the biomass maximum in the Bay of Fundy was observed almost 2 months earlier in 2004 (April versus June) than in previous years.

station has been evident for the past 4 years. Overall, annual nitrate inventories continue to be greatest in the Bay of Fundy and lowest off Halifax.



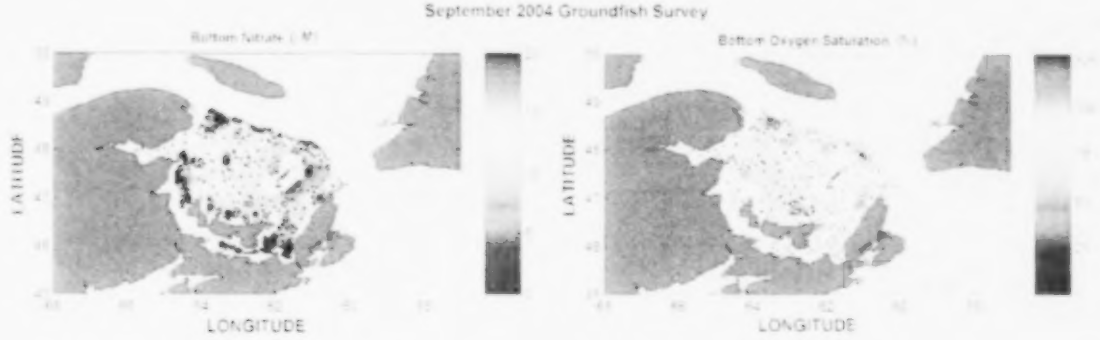
Shelf Sections. Vertical distributions of nitrate in spring and fall were generally similar along the Scotian Shelf sections in 2004, i.e. concentrations were low in near surface waters (<50 m), as a result of phytoplankton consumption, and increased with depth. Deep-water concentrations were highest in basins and in slope waters off the edge of the shelf. As in the previous year, nitrate levels in surface waters were already significantly depleted by the spring survey in April. Likewise, surface nitrate concentrations were still low during the fall survey in October, showing no evidence of seasonal mixing of nutrients from depth into surface waters. Near-surface nitrate inventories in 2004 were comparable to or slightly lower than levels observed in previous years.

Groundfish Surveys. Bottom water nitrate concentrations on the Scotian Shelf in July, 2004 were lower than levels observed in 2003. Concentrations increased with water depth with highest levels observed in the deep basins on the shelf (e.g. Emerald Basin) and in slope waters off the shelf edge. Bottom water oxygen saturation on the Scotian Shelf in summer 2004 was somewhat higher than saturation levels observed in 2003; lowest saturation levels were found in deep basins and deep waters off the shelf edge where nutrients were highest.



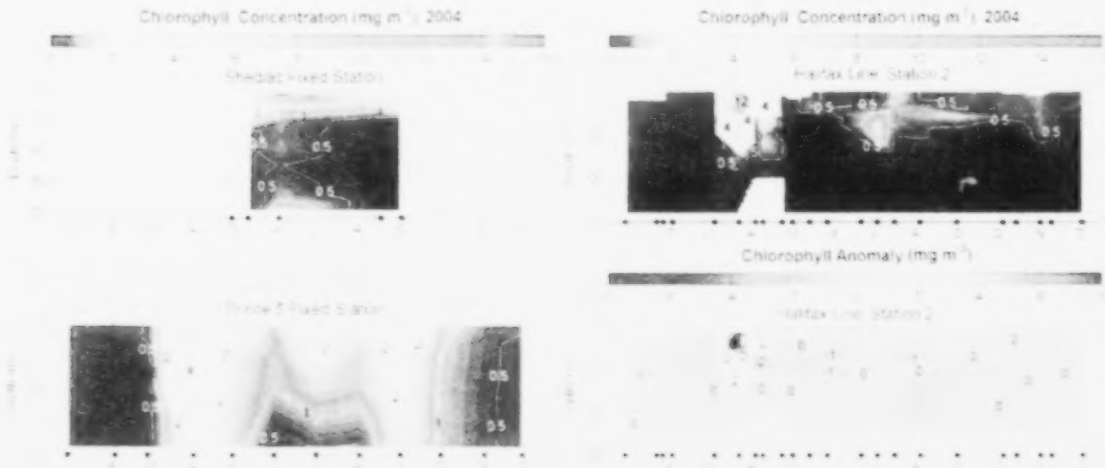
Bottom water nitrate concentrations in the Southern Gulf in September were higher overall in 2004 than in 2003. Highest concentrations were found in the western basin and in deep waters of the Laurentian Channel. Bottom water oxygen saturation in the Southern Gulf was

the same on average as levels observed in 2003. Saturation levels in the Southern Gulf were minimal in the western basin and deep waters of the Laurentian Channel, coincident with highest nutrient levels.



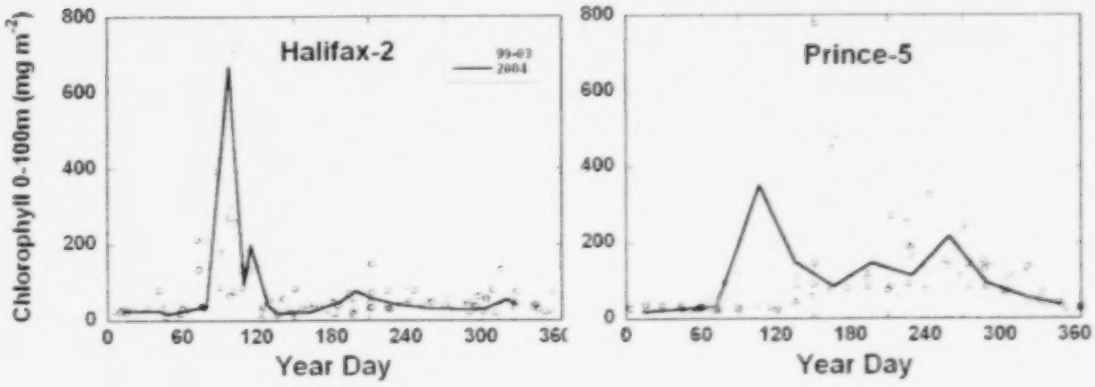
Phytoplankton

Fixed Stations. Distinctly different seasonal phytoplankton growth cycles are evident at the three Maritimes/Gulf fixed stations. Because of the presence of ice in the Southern Gulf in the spring, only the latter phase of the spring bloom is normally caught in sampling at Shediac Valley. This in addition to limited sampling during the ice-free period meant that little could be said about the magnitude and variability of phytoplankton biomass (chlorophyll), vertical distribution and community composition in 2004. The record high spring bloom observed off Halifax in 2003 was less pronounced in 2004 although still strong compared to previous years. The timing of the spring bloom off Halifax in 2004 was similar to observations made previously. The phytoplankton growth cycle in the Bay of Fundy in 2004, in contrast to Halifax, was characterized by a relatively sustained burst of growth beginning in early summer and lasting until fall and characterize by two peaks.


Chlorophyll Concentration (mg m⁻³) 2004
Shediac Fixed Station
Chlorophyll Concentration (mg m⁻³) 2004
Halifax Line Station 2
Chlorophyll Anomaly (mg m⁻³)
Halifax Line Station 2

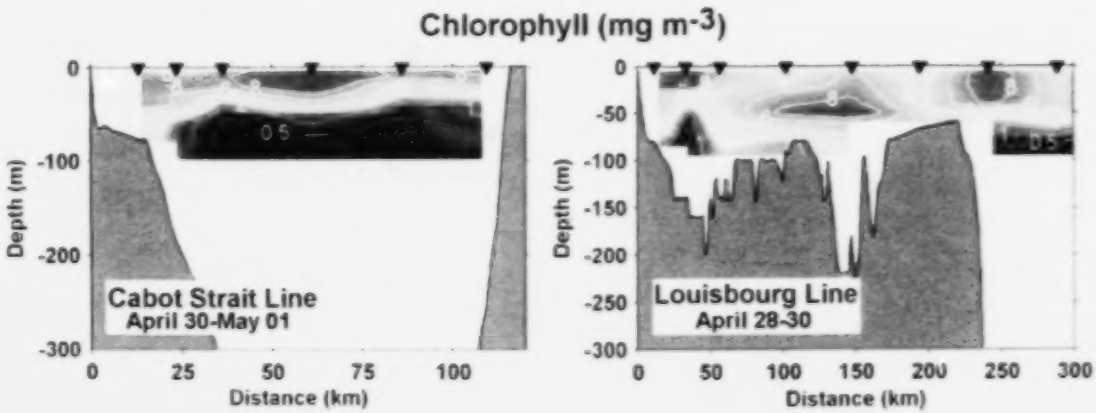
Chlorophyll inventories at Shediac during the limited sampling in 2004 were consistent with levels observed previously. Chlorophyll inventories off Halifax and in the Bay of Fundy were generally comparable to 2003 levels, however, the biomass maximum in the Bay of Fundy was observed almost 2 months earlier in 2004 (April versus June) than in previous years.

With the exception of 2003, the Bay of Fundy sustains the largest phytoplankton inventories, on an annual basis, of the 3 Maritimes/Gulf fixed stations.

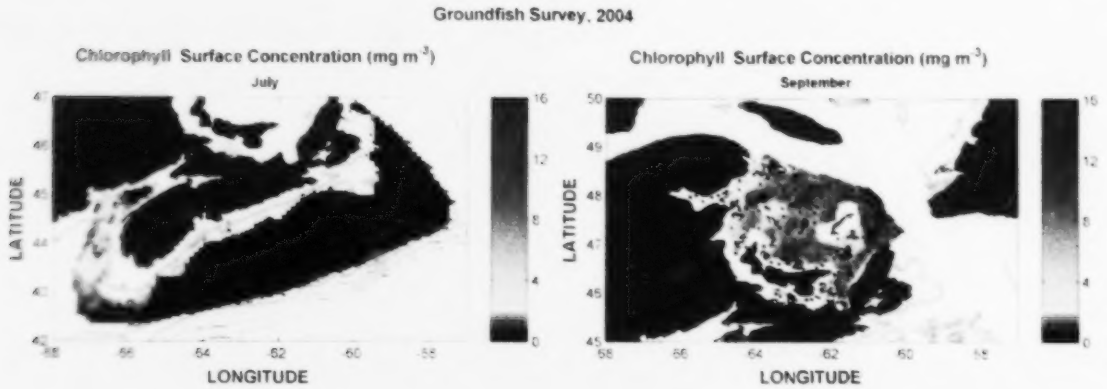


The evolution of the phytoplankton community composition at Shediac Valley in 2004 was consistent with observations from earlier years, i.e. a shift from diatom to flagellated dominated populations as the year progressed. Phytoplankton community composition off Halifax in 2004 differed from previous years in that flagellates dominated throughout the year except for the short period of the spring bloom where diatoms were dominant. Diatoms, in particular, generally dominate in the winter/spring months at this station. The phytoplankton community in the Bay of Fundy was almost exclusively comprised of diatoms year-round.

Shelf Sections. Chlorophyll levels during the spring 2004 survey were near the record high concentrations observed in 2003 along all sections except Halifax. As observed in previous years, chlorophyll inventories were generally higher on the eastern shelf than on the western shelf in spring. Concentrations during the fall 2004 survey, in contrast, were an order of magnitude lower and typical for that time of year. Generally, a pronounced subsurface chlorophyll maximum layer is observed at stations along the Scotian Shelf sections in fall, however, highest concentrations in the 2004 survey appeared to be confined to surface waters as observed in 2003. Chlorophyll inventories in fall 2004 were comparable along all sections and slightly lower than 2003 inventories.



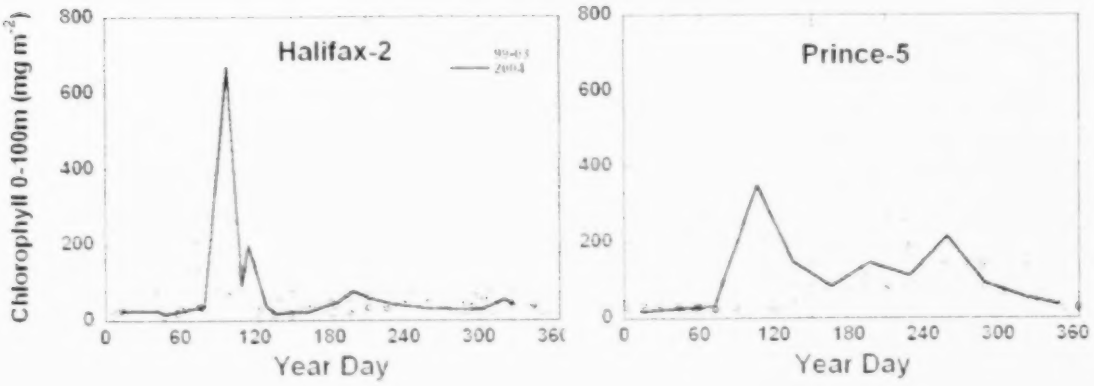
Groundfish Surveys. Surface chlorophyll levels during the 2004 summer Scotian Shelf survey were uniformly low over most of the central and eastern shelf. Elevated concentrations were observed near the coast off SW Nova Scotia and approaches to the Bay of Fundy, as observed in previous years. These areas are generally characterized by strong vertical mixing. Overall, summer surface chlorophyll concentrations on the Scotian Shelf in 2004 were lower than concentrations observed in 2003. Surface chlorophyll concentrations observed during the fall 2004 groundfish survey in the Southern Gulf were higher than values observed in 2003. Concentrations tended to be highest in the western basin as has been observed in previous years.



Satellite Remote-Sensing. Satellite ocean colour (SeaWiFS) data provide a valuable alternative means of assessing surface phytoplankton biomass (chlorophyll) at the AZMP fixed stations, along the shelf sections, and at larger scales (Northwest Atlantic). SeaWiFS data in the vicinity of the fixed stations, for example, showed high chlorophyll levels during the spring bloom at Shediac Valley immediately following ice-out and second only to the record high levels of 2003. This feature has been systematically missed due to the severely limited conventional sampling at this station, particularly in 2004. Interestingly, the satellite did not pick up the strong spring bloom off Halifax observed during conventional sampling in 2004. However, it did show that the timing of the blooms at Shediac Valley and and off Halifax were similar to the timing observed in previous years and it showed the earlier than usual bloom in the Bay of Fundy.

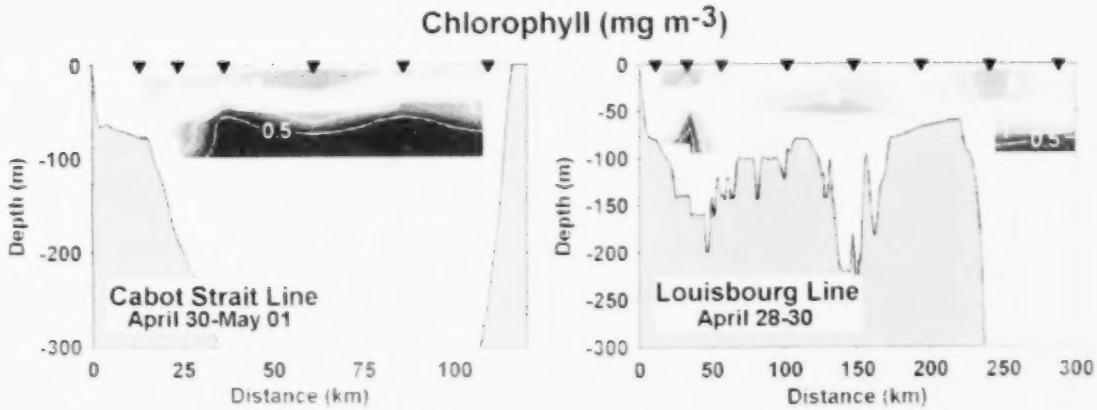
The satellite-derived chlorophyll data can also be used to generate graphical representations of the seasonal chlorophyll changes along the shelf sections. For example, that surface chlorophyll concentrations are generally higher on the eastern Scotian Shelf (Louisbourg section) than on the central and western shelf (Halifax section). Spring blooms on the Scotian Shelf can be viewed as discrete, short-lived events whereas the fall blooms appear to be more diffuse and time-varying. This graphical representation shows that the spring blooms along the Scotian Shelf sections were strong in 2004 but less intense than in 2003. It is also apparent that the onset and duration of the blooms in 2004 was not noticeably different from 2003.

With the exception of 2003, the Bay of Fundy sustains the largest phytoplankton inventories, on an annual basis, of the 3 Maritimes/Gulf fixed stations.

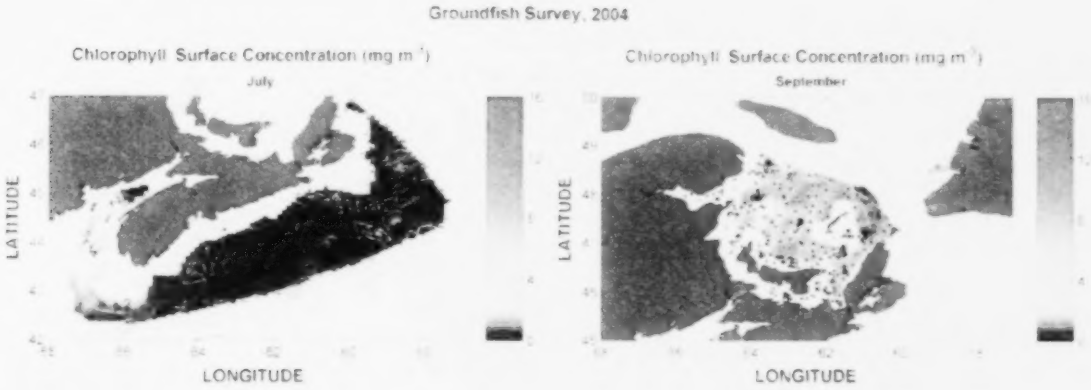


The evolution of the phytoplankton community composition at Shediac Valley in 2004 was consistent with observations from earlier years, i.e. a shift from diatom to flagellated dominated populations as the year progressed. Phytoplankton community composition off Halifax in 2004 differed from previous years in that flagellates dominated throughout the year except for the short period of the spring bloom where diatoms were dominant. Diatoms, in particular, generally dominate in the winter/spring months at this station. The phytoplankton community in the Bay of Fundy was almost exclusively comprised of diatoms year-round.

Shelf Sections. Chlorophyll levels during the spring 2004 survey were near the record high concentrations observed in 2003 along all sections except Halifax. As observed in previous years, chlorophyll inventories were generally higher on the eastern shelf than on the western shelf in spring. Concentrations during the fall 2004 survey, in contrast, were an order of magnitude lower and typical for that time of year. Generally, a pronounced subsurface chlorophyll maximum layer is observed at stations along the Scotian Shelf sections in fall, however, highest concentrations in the 2004 survey appeared to be confined to surface waters as observed in 2003. Chlorophyll inventories in fall 2004 were comparable along all sections and slightly lower than 2003 inventories.

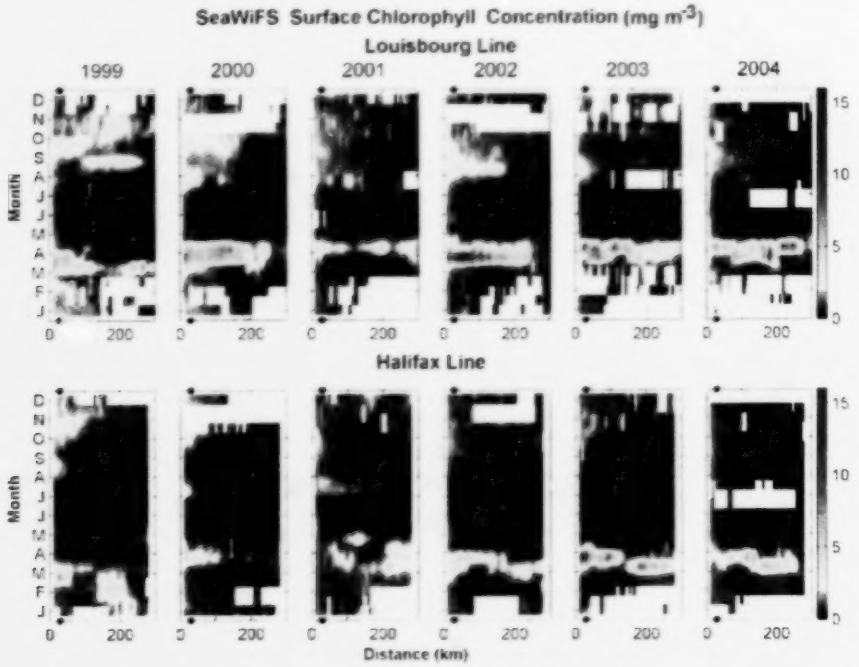


Groundfish Surveys. Surface chlorophyll levels during the 2004 summer Scotian Shelf survey were uniformly low over most of the central and eastern shelf. Elevated concentrations were observed near the coast off SW Nova Scotia and approaches to the Bay of Fundy, as observed in previous years. These areas are generally characterized by strong vertical mixing. Overall, summer surface chlorophyll concentrations on the Scotian Shelf in 2004 were lower than concentrations observed in 2003. Surface chlorophyll concentrations observed during the fall 2004 groundfish survey in the Southern Gulf were higher than values observed in 2003. Concentrations tended to be highest in the western basin as has been observed in previous years.

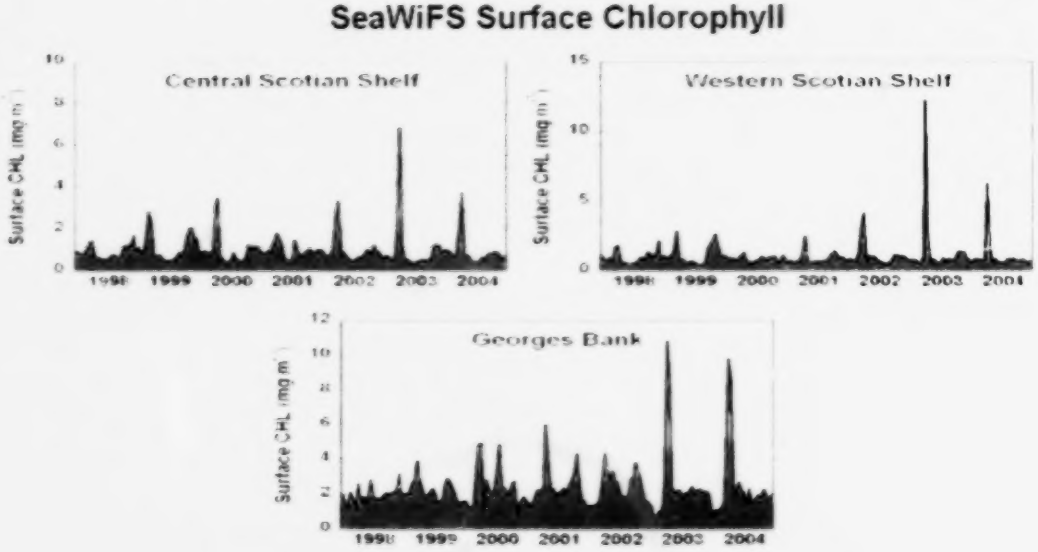


Satellite Remote-Sensing. Satellite ocean colour (SeaWiFS) data provide a valuable alternative means of assessing surface phytoplankton biomass (chlorophyll) at the AZMP fixed stations, along the shelf sections, and at larger scales (Northwest Atlantic). SeaWiFS data in the vicinity of the fixed stations, for example, showed high chlorophyll levels during the spring bloom at Shediac Valley immediately following ice-out and second only to the record high levels of 2003. This feature has been systematically missed due to the severely limited conventional sampling at this station, particularly in 2004. Interestingly, the satellite did not pick up the strong spring bloom off Halifax observed during conventional sampling in 2004. However, it did show that the timing of the blooms at Shediac Valley and and off Halifax were similar to the timing observed in previous years and it showed the earlier than usual bloom in the Bay of Fundy.

The satellite-derived chlorophyll data can also be used to generate graphical representations of the seasonal chlorophyll changes along the shelf sections. For example, that surface chlorophyll concentrations are generally higher on the eastern Scotian Shelf (Louisbourg section) than on the central and western shelf (Halifax section). Spring blooms on the Scotian Shelf can be viewed as discrete, short-lived events whereas the fall blooms appear to be more diffuse and time-varying. This graphical representation shows that the spring blooms along the Scotian Shelf sections were strong in 2004 but less intense than in 2003. It is also apparent that the onset and duration of the blooms in 2004 was not noticeably different from 2003.

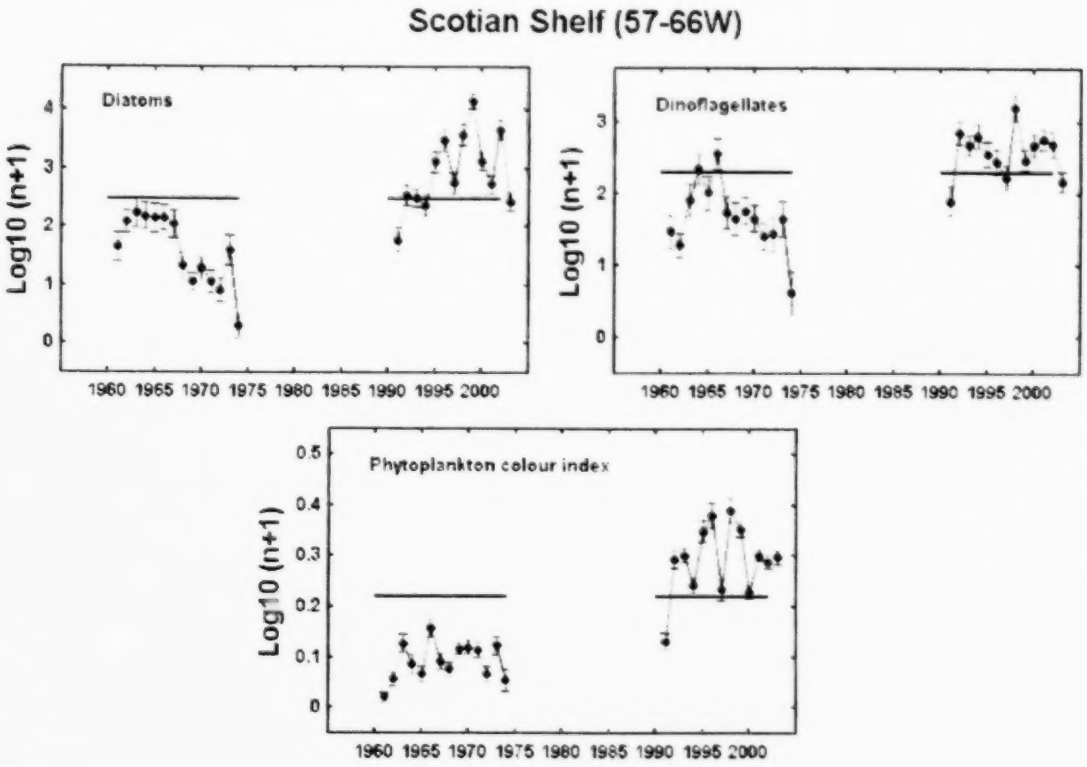


At the larger scale, strong blooms in 2004, although not the highest on record, were noted for the Southern Gulf of St Lawrence, the central and western Scotian Shelf and Georges Bank. When evaluated on an annual basis, it is apparent that 2004 was a significant year for phytoplankton production in the Southern Gulf and the Scotian Shelf/Gulf of Maine regions.

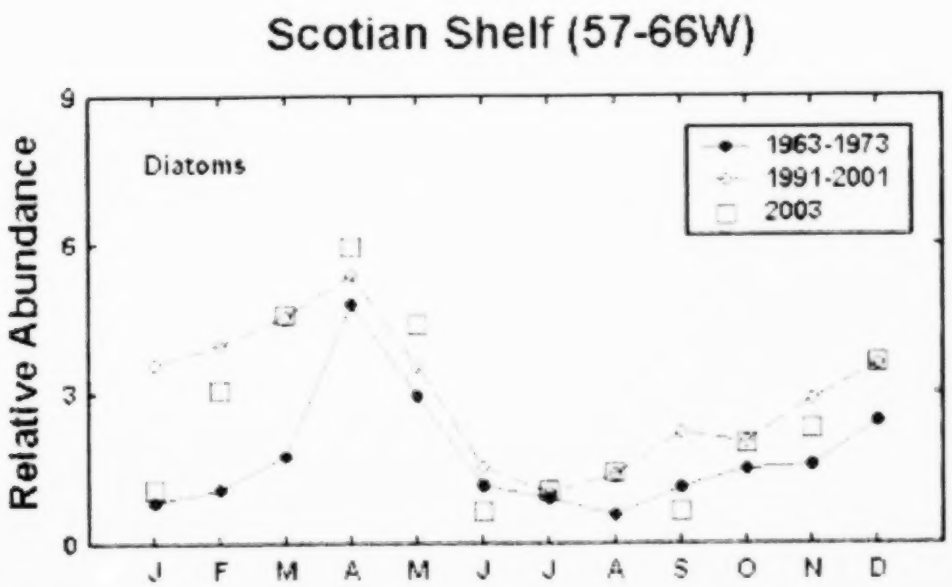


Continuous Plankton Recorder. The CPR is the longest data record available on plankton in the Northwest Atlantic. CPR data analysis lags AZMP reporting by one year; thus, only data up to 2003 are currently available. Nonetheless, the phytoplankton colour index and

abundance of large diatoms and dinoflagellates on the Scotian Shelf have been dramatically higher starting in the early 1990s and continuing into the 2000s than levels observed in the 1960s/1970s. On the shorter time scale, the phytoplankton color index on the Scotian Shelf has been relatively stable (and above the long-term average) over the past few years. Diatoms and dinoflagellate abundances, on the other hand, decreased in 2003 but remained above levels seen in the 1960s/1970s.

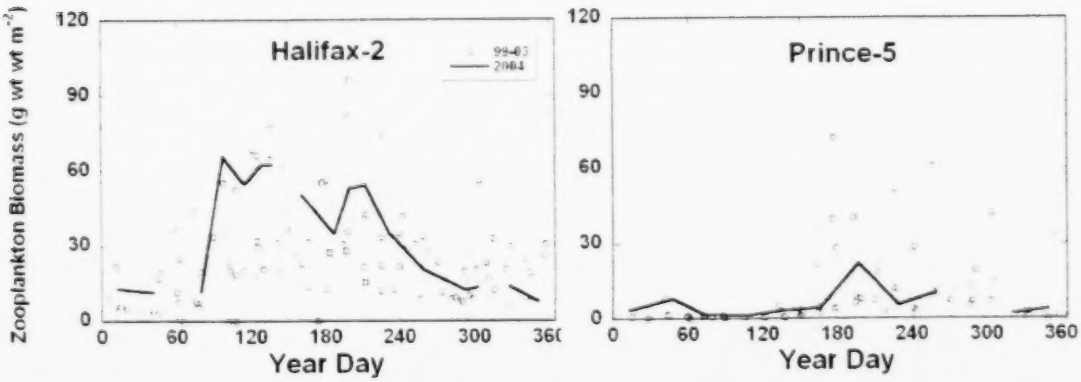


In 2003, the abundance and seasonal cycle of phytoplankton aligned more closely with the pattern observed in the 1990s than in the 1960s/1970s. There appeared to be a shift in phytoplankton abundance to earlier months in more recent years compared with the 1960s/1970s. Although timing of peak abundance (April) did not change, much higher levels, particularly of diatoms, were observed in February/March in 2003 compared to levels observed during the 1960s and 1970s.



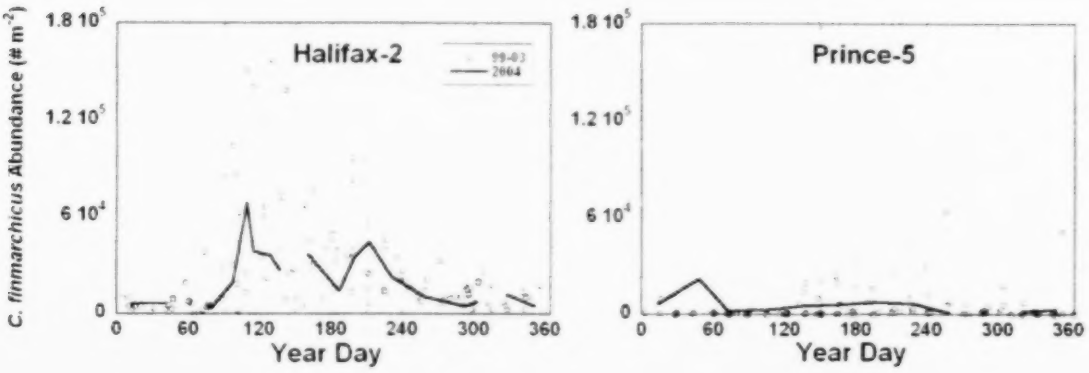
Zooplankton

Fixed Stations. Zooplankton biomass at all of the Maritimes/Gulf fixed stations was comparable to or lower in 2004 than levels observed in previous years. The record high biomass observed at Shediac Valley in 2003 was not observed in 2004, although sampling in 2004 was limited. Biomass off Halifax in 2004 was only slightly lower than 2003 levels, exhibiting a broad peak in summer. Zooplankton biomass in the Bay of Fundy in 2004 was comparable to 2003 levels. In the Bay of Fundy, zooplankton biomass is typically only a small fraction (10-20%) of the biomass at the other fixed stations and peaks later in the year.



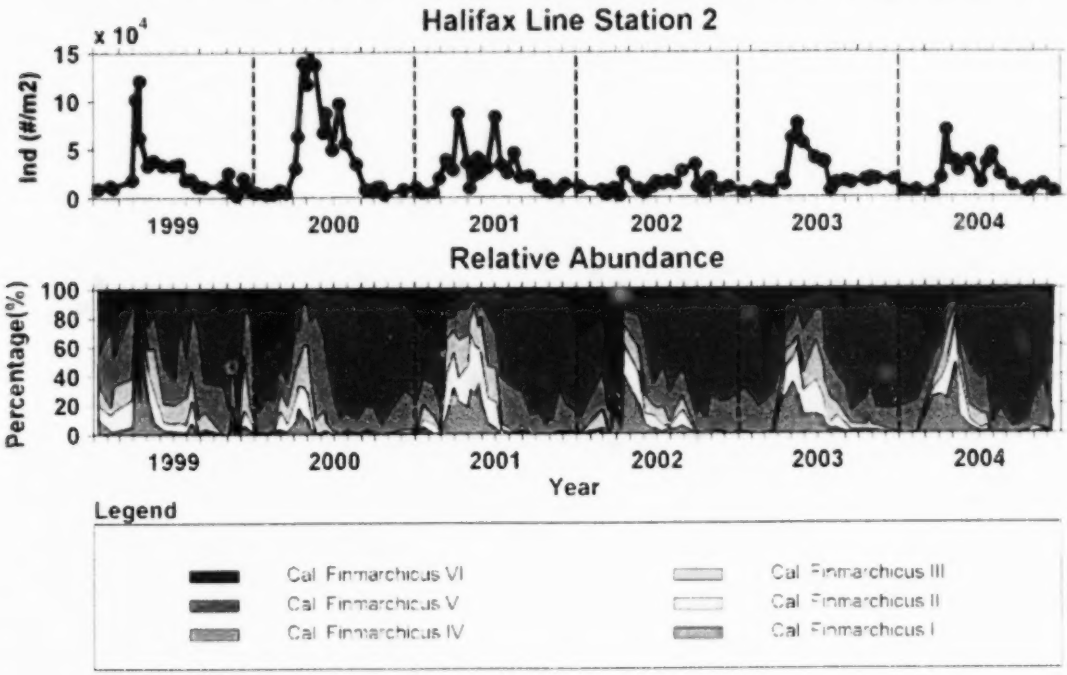
The abundance of the important copepod, *Calanus finmarchicus*, at all the fixed stations in 2004 was comparable to or lower than 2003 levels, similar to zooplankton biomass. *C. finmarchicus* abundance at Shediac Valley in 2004 reverted from the record peak abundance observed in 2003 to levels more typical of the region. Off Halifax, *C.*

finmarchicus abundance in 2004 was stable at 2003 levels and the downward trend observed in the previous 3 years had apparently stopped. *C. finmarchicus* abundance in the Bay of Fundy was relatively unchanged in 2004 from levels observed in 2003. Similar to zooplankton biomass, *C. finmarchicus* abundance in the Bay of Fundy is only a small fraction of the counts of that species at the other fixed stations.



Hierarchical community analysis revealed that copepods continued to numerically dominate the zooplankton year-round at all of the Maritimes/Gulf fixed stations in 2004. The recurring pulse of echinoderm and barnacle larvae and euphausiids observed during the spring and summer in the Bay of Fundy was observed again in 2004. In addition, a pulse of jellies and appendicularia were also observed in summer at this station for the first time. The copepods were dominated at all the fixed stations by small species (*Oithona*, *Pseudocalanus*, *Paracalanus*, *Clausocalanus*, *Centropoges* and *Temora* sp.) in 2004 as in previous years. The relative importance of the larger *Calanus sp* appears to have been increasing at all fixed stations since AZMP sampling began in 1999. This is most evident in the Bay of Fundy where *Calanus spp.* have steadily increased from <10% in 1999 to a record high of up to ~80% in late 2003/early 2004. Also in the Bay of Fundy, "other" copepod species (e.g. *Acartia sp.*, herpacticoids) comprise a significant fraction (>60%) of the copepods in summer whereas they play a minor role (<10%) at Shediac Valley and off Halifax. Stage distribution of *C. finmarchicus* in 2004 revealed that reproduction (indicated by presence of early developmental stages, I-III) was generally confined to the spring/early summer period off Halifax but was spread more broadly over the year at Shediac Valley and in the Bay of Fundy. However, the major reproductive activity appeared to occur in spring at all stations as in previous years. The timing of reproduction off Halifax appeared to start earlier in 2004 than in 2003 based on first appearance of young stages, i.e. late February versus late March, although the peak abundance of small stages occurred at about the same time in both years (May).

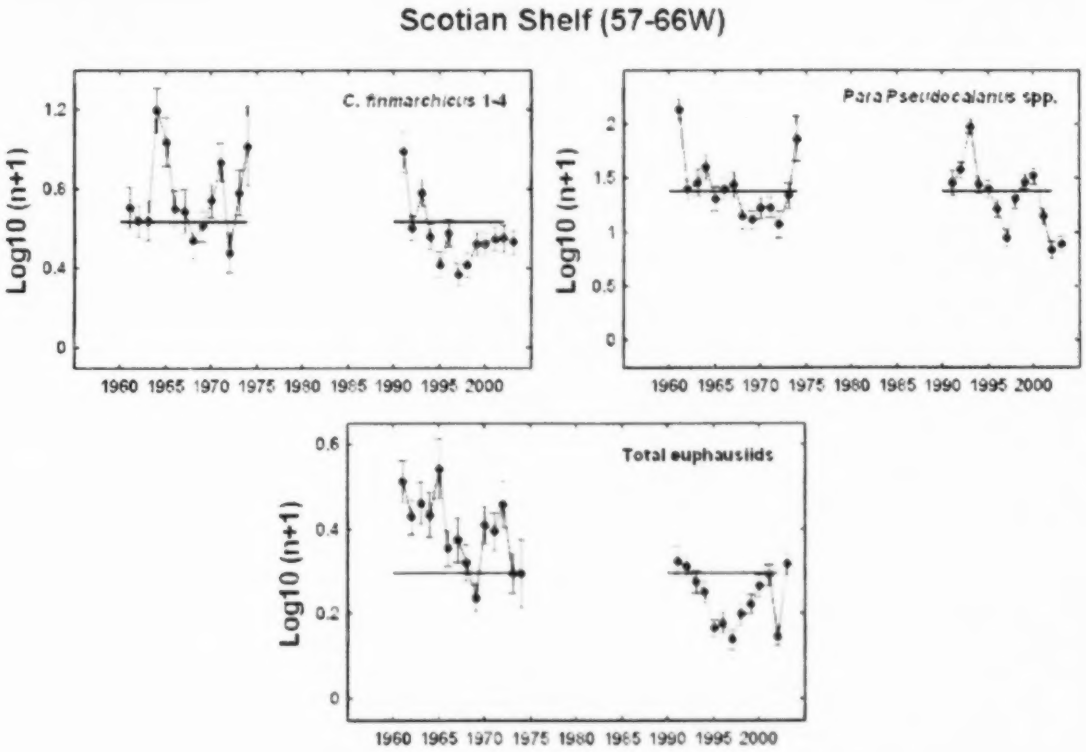
Total and Relative *C. finmarchicus* Stage Abundance



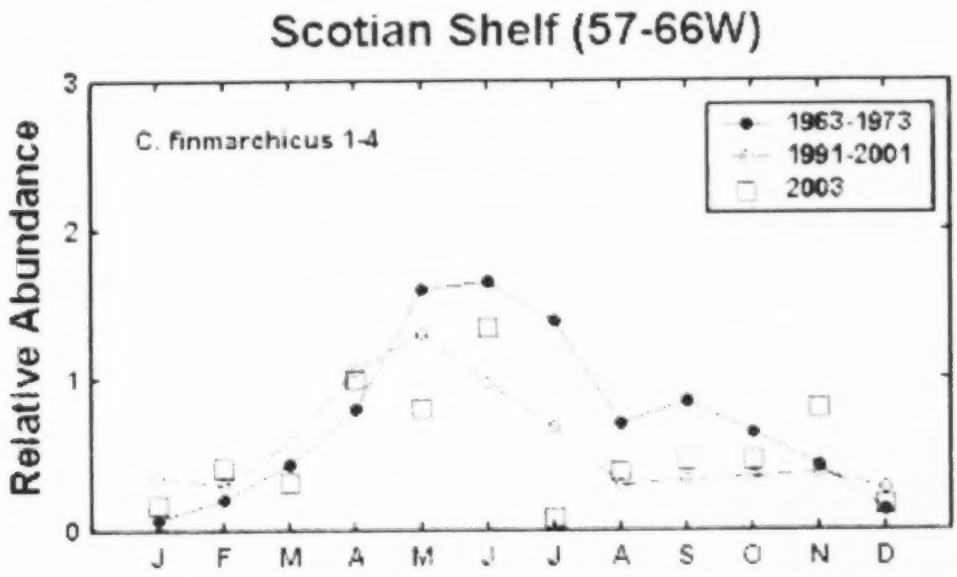
Shelf Sections. Zooplankton biomass and *C. finmarchicus* abundance were generally higher on the Scotian Shelf in spring 2004 than in fall, as observed in previous years. Although biomass levels are similar along the shelf, *C. finmarchicus* are generally more abundant on the western shelf in spring than on the eastern shelf. *C. finmarchicus* abundance along the Halifax and Brown's Bank sections in spring 2004 were lower than levels observed in 2003. In contrast, biomass levels along the Cabot and Halifax sections were significantly higher in fall 2004 than levels observed in 2003. *C. finmarchicus* abundance was also higher in fall 2004 along the Louisbourg section than observed in 2003.

Groundfish Surveys. Zooplankton biomass distribution observed during the major winter/spring and summer/fall groundfish surveys can be characterized as highly variable in space and time. Generally however, biomass is highest in deep basins and deep waters off the edge of the shelf or in channels (e.g. Northeast Channel off Georges Bank, Laurentian Channel bounding the Southern Gulf). Additionally, during the summer surveys, biomass has consistently been higher on the western Scotian Shelf than on the eastern shelf. This is in contrast to the east-west uniformity in biomass observed during the spring and fall surveys. In 2004, average zooplankton biomass in February on Georges Bank was significantly higher than biomass in 2003 and reversed the declining trend observed over the previous 4 years. No trends were observed in average biomass levels observed during the summer surveys over the past 5 years. Similarly, average biomass during the fall Southern Gulf surveys were relatively stable from 1999-2003, however, 2004 levels were significantly higher than observed previously. Zooplankton species data for most of the groundfish surveys are not yet available.

Continuous Plankton Recorder. While phytoplankton were increasing on the Scotian Shelf in the 1990s, zooplankton were generally decreasing, particularly during the early to mid-1990s. During the last several years, zooplankton numbers have recovered from the mid-1990s lows for some species on the Scotian Shelf, however, counts for other species are still down. Most noteworthy with regard to the latter was the near record low abundances of *Paracalanus/ Pseudocalanus spp.* in 2003, as observed in 2002; well below the long-term average. Euphausiid numbers, on the other hand, were up dramatically in 2003 from the 2002 lows and near the long-term average abundance levels. *C. finmarchicus* numbers in 2003 were steady, close to the long-term average.



The seasonal abundance cycles for zooplankton species in 2003 could not be as easily aligned with the patterns of the 1960s/1970s and 1990s as was the case for phytoplankton. The seasonal cycle of *C. finmarchicus* and *Paracalanus/ Pseudocalanus spp.* in 2003 appeared similar to the pattern observed for the 1990s, (although abundances for the latter species were well below the 1990s levels). The 2003 euphausiid cycle was more similar to the pattern observed in the 1960/1970s.



SOURCES OF INFORMATION

DFO SeaWiFS website: http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/ias/remotesensing.html

Harrison, G., D. Sameoto, J. Spry, K. Pauley, H. Maass and V. Soukhovtsev. Optical, chemical and biological oceanographic conditions in the Maritimes/Gulf Regions in 2003. 2004. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/067.

Petrie, B., P. Yeats, and P. Strain. 1999. Nitrate, silicate and phosphate atlas for the Scotian Shelf and the Gulf of Maine. Can. Tech. Report of Hydrography and Ocean Sci. 203, 96pp.

Therriault, J.C., et al. (11 co-authors). 1998. Proposal for a Northwest Atlantic Zonal Monitoring Program. Can. Tech. Report of Hydrography and Ocean Sci. 194, 57pp.

FOR MORE INFORMATION

Contact: Dr. G. Harrison
Bedford Institute of Oceanography
P.O. Box 1006
Dartmouth, Nova Scotia

Tel: (902) 426-3879
Fax: (902) 426-9388
E-Mail: harrisong@mar.dfo-mpo.gc.ca
Shark Web Site: http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/zmp/main_zmp_e.html

This report is available from the:

Maritime Provinces
Regional Advisory Process Office
Fisheries and Oceans Canada
P.O. Box 1006
Dartmouth, Nova Scotia
Canada B2Y 4A2

Telephone: (902) 426-7070
Fax: (902) 426-5435
E-Mail: XMARMRAP@mar.dfo-mpo.gc.ca
Internet address: www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4913 (Printed)
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2005

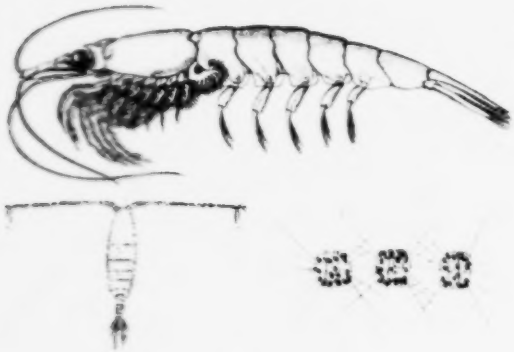
La version française est disponible à l'adresse ci-dessus.

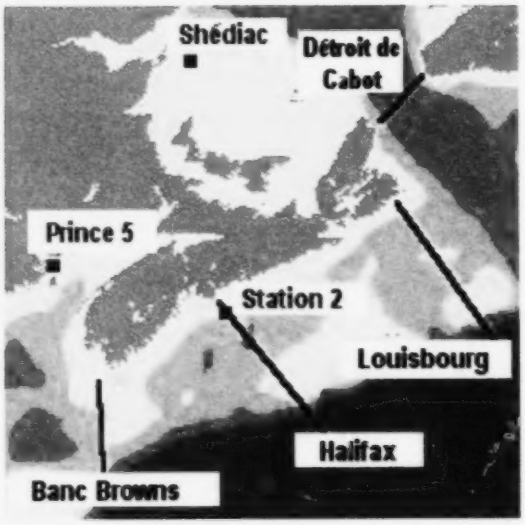
CORRECT CITATION FOR THIS PUBLICATION

DFO, 2005. 2004 State of the Ocean: Chemical and Biological Oceanographic Conditions in the Gulf of Maine - Bay of Fundy, Scotian Shelf and the Southern Gulf of St. Lawrence. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2005/046.

Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences
Régions des Maritimes et du Golfe
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2005/046

ÉTAT DE L'OCÉAN EN 2004 : CONDITIONS CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DANS LE GOLFE DU MAINE, DANS LA BAIE DE FUNDY, SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS ET DANS LE SUD DU GOLFE DU SAINT-LAURENT





Contexte

Le Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA) a été mis en oeuvre en 1998 dans les buts suivants : 1) permettre au MPO de mieux comprendre, décrire et prédire l'état de l'écosystème marin et 2) quantifier les changements qui se produisent dans les propriétés physiques, chimiques et biologiques de l'océan, ainsi que dans les relations prédateur-proie parmi les ressources marines. Un des éléments essentiels du PMZA est l'évaluation annuelle de la distribution et de la variabilité des nutriants, et du plancton qui en dépend.

Le PMZA utilise des données provenant d'un réseau de points d'échantillonnage (stations fixes, transects du plateau continental, relevés sur le poisson de fond, télédétection par satellite) au Québec, dans les Maritimes, dans le sud du Golfe et à Terre-Neuve, qui sont échantillonnés à une fréquence allant de toutes les deux semaines à une fois l'an. On recueille aussi de l'information au sujet de l'abondance relative et de la structure de la communauté de plancton, de l'Islande à la côte de Terre-Neuve et de Terre-Neuve au golfe du Maine, grâce à des enregistreurs de plancton en continu (CPR) installés sur des navires commerciaux.

Une description de la distribution spatio-temporelle des nutriants dissous dans l'eau de mer (nitrates, silicates, phosphates et oxygène) donne des renseignements importants sur les mouvements de la masse d'eau ainsi que sur l'emplacement, la période et l'ampleur des cycles de production biologique. Une description de la distribution du phytoplancton et du zooplancton apporte quant à elle des renseignements importants sur les organismes qui forment la base du réseau trophique marin. Pour appliquer une approche écosystémique à la gestion des pêches, il est essentiel de comprendre les cycles de production du plancton.

Novembre 2005

Canada

SOMMAIRE

- Les teneurs en nutriants dans les eaux de surface du large d'Halifax se situaient parmi les plus hautes à ce jour en hiver 2004, alors qu'en été 2004 elles étaient parmi les plus basses enregistrées depuis le début de la série d'observations régulières, commencée en 1999.
- Le déclin saisonnier des nutriants dans les eaux de surface de la baie de Fundy a commencé en 2004 deux mois plus tôt qu'auparavant.
- En 2004, les teneurs en nutriants dans les eaux du fond au large d'Halifax et sur l'ensemble du plateau néo-écossais étaient plus basses qu'en 2003 l'été, tandis que les teneurs en nutriants dans le sud du Golfe étaient plus élevées en automne.
- D'importantes efflorescences ont été observées au printemps dans le sud du Golfe, sur le plateau néo-écossais et sur le banc Georges en 2004. La biomasse maximale de phytoplancton, toutefois, n'atteignait pas ses records de 2003.
- La composition du phytoplancton au large d'Halifax en 2004 été dominée par les flagellés.
- L'indice de coloration et les dénombrements d'espèces obtenus au moyen des enregistreurs de plancton en continu (CPR) en 2003 révélaient que l'abondance de phytoplancton sur le plateau néo-écossais reste bien supérieure aux valeurs observées dans les années 1960-1970.
- La biomasse de zooplancton et l'abondance de *Calanus finmarchicus* dans la vallée de Shediac en 2004 étaient inférieures à leurs niveaux records observés en 2003. Toutefois, elles atteignaient des records sur l'ensemble du sud du Golfe en automne.
- La contribution de *Calanus spp.* à la communauté de zooplancton de la vallée de Shediac, du large d'Halifax et de la baie de Fundy a augmenté chaque année depuis le début des observations, soit depuis 1999.
- En 2004, la reproduction de *Calanus finmarchicus* a commencé plus tôt au large d'Halifax que les quatre années précédentes.
- Les dénombrements au CPR en 2003 montraient que l'abondance de plusieurs espèces importantes de zooplancton continue d'être bien inférieure aux niveaux observés dans les années 1960 et 1970. Le nombre d'euphausiacés s'est rétabli en 2003 après le déclin phénoménal observé en 2002, tandis que l'abondance de *Paracalanus / Pseudocalanus spp.* s'est maintenue à des seuils records.

INTRODUCTION

Le cycle de production du plancton dépend largement de phénomènes physiques. La croissance des plantes marines microscopiques (phytoplancton) nécessite en particulier de la lumière et des nutriants (comme des nitrates, des phosphates et des silicates). Or, parmi les principaux nutriants disponibles, l'azote est celui qui, en général, est le moins abondant dans les eaux côtières; cela, pense-t-on, limite la croissance du phytoplancton, particulièrement en été. Une description du cycle des nutriants sur le plateau continental aidera à comprendre et à prédire la variabilité spatio-temporelle des populations de plancton.

Le phytoplancton constitue la base de la chaîne trophique marine et la source alimentaire principale de la partie animale du plancton, soit le zooplancton. Le phytoplancton et le zooplancton servent à leur tour de nourriture aux larves des poissons et aux invertébrés, et influent donc sur leur taux de survie. Comprendre les cycles du plancton permettra donc de mieux évaluer l'état de l'écosystème marin et sa capacité à entretenir des pêches de capture.

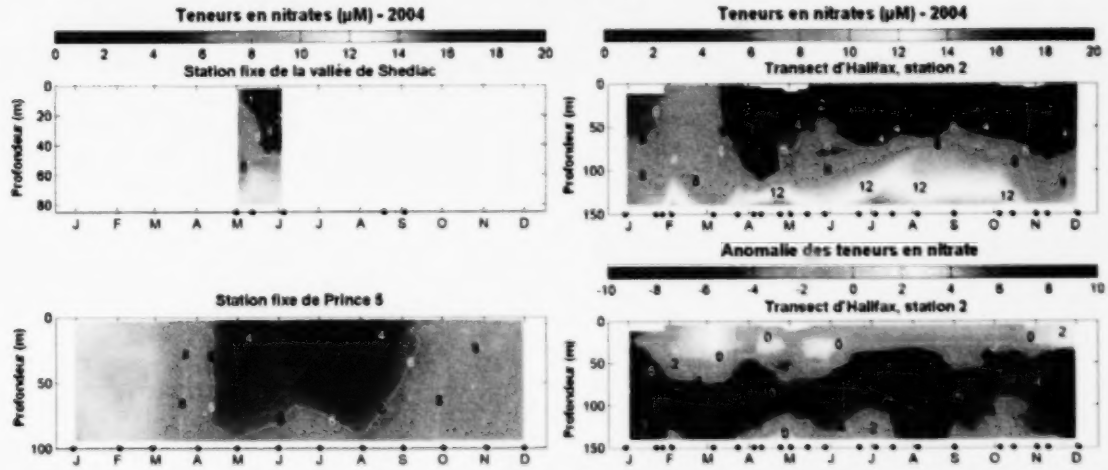
Le PMZA donne des renseignements fondamentaux sur la variabilité naturelle des propriétés physiques, chimiques et biologiques du plateau continental de l'Atlantique Nord-Ouest. Les relevés sur le poisson de fond et l'échantillonnage sur des transects du plateau continental

donnent des renseignements géographiques régionaux détaillés, mais ils sont d'une portée saisonnière limitée. Des stations fixes placées dans des points stratégiques (station de la vallée de Shediac, dans le sud du golfe du Saint-Laurent, station 2, le long du transect d'Halifax, sur le plateau néo-écossais, et station Prince 5, dans la baie de Fundy) complètent l'échantillonnage à caractère géographique, en fournissant des renseignements plus détaillés sur les changements saisonniers dans les propriétés de l'écosystème. Par ailleurs, la télédétection par satellite de la biomasse de phytoplancton à la surface de la mer (chlorophylle) nous donne une large perspective (à l'échelle de la zone) de l'importante variabilité de l'environnement et de l'écosystème. Enfin, les enregistreurs de plancton en continu (CPR) nous procurent des renseignements sur la variabilité à grande échelle, interrégionale et à long terme (de plusieurs années à plusieurs décennies) de l'abondance du plancton et de la structure de sa communauté.

ÉVALUATION DES CONDITIONS EN 2004

Nutriants

Stations fixes. On a observé une diminution rapide des teneurs en nitrates près de la surface dans toutes les stations fixes des Régions des Maritimes et du Golfe au printemps et au début de l'été 2004. Les basses valeurs des teneurs superficielles ont persisté durant tout l'été dans les stations de la vallée de Shediac (le phénomène était manifeste malgré un échantillonnage limité) et au large d'Halifax et elles n'ont augmenté à nouveau qu'à la fin de l'automne. En été, la profondeur de la zone de raréfaction des nitrates est en général plus grande au large d'Halifax que dans la vallée de Shediac. La profondeur des zones de raréfaction des nitrates au large d'Halifax en 2004 était beaucoup plus grande que ce qu'on avait observé précédemment. Dans la baie de Fundy, les nitrates ne se sont jamais raréfiés près de la surface. Un échantillonnage limité en 2004 a empêché une évaluation du cycle saisonnier des nutriants dans la vallée de Shediac. L'évolution saisonnière de la structure verticale des nitrates au large d'Halifax en 2004 était comparable à ce qui avait été observé précédemment, sauf que les teneurs selon la profondeur étaient cette fois beaucoup plus basses. Les teneurs en surface en 2004 étaient comparables à leur moyenne à long terme, mais les teneurs en profondeur étaient bien inférieures à leur moyenne à long terme et comparables aux valeurs observées en 1999 et 2001.

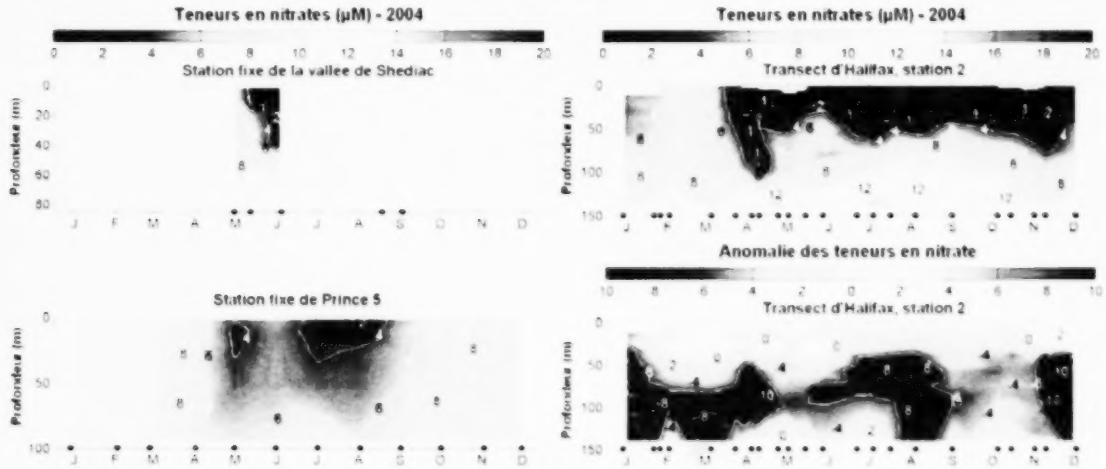

Teneurs en nitrates (µM) - 2004
Station fixe de la vallée de Shediac
Profondeur (m)
J F M A M J J A S O N D
Teneurs en nitrates (µM) - 2004
Transect d'Halifax, station 2
Anomalie des teneurs en nitrate
Station fixe de Prince 5
Transect d'Halifax, station 2

donnent des renseignements géographiques régionaux détaillés, mais ils sont d'une portée saisonnière limitée. Des stations fixes placées dans des points stratégiques (station de la vallée de Shediac, dans le sud du golfe du Saint-Laurent, station 2, le long du transect d'Halifax, sur le plateau néo-écossais, et station Prince 5, dans la baie de Fundy) complètent l'échantillonnage à caractère géographique, en fournissant des renseignements plus détaillés sur les changements saisonniers dans les propriétés de l'écosystème. Par ailleurs, la télédétection par satellite de la biomasse de phytoplancton à la surface de la mer (chlorophylle) nous donne une large perspective (à l'échelle de la zone) de l'importante variabilité de l'environnement et de l'écosystème. Enfin, les enregistreurs de plancton en continu (CPR) nous procurent des renseignements sur la variabilité à grande échelle, interrégionale et à long terme (de plusieurs années à plusieurs décennies) de l'abondance du plancton et de la structure de sa communauté.

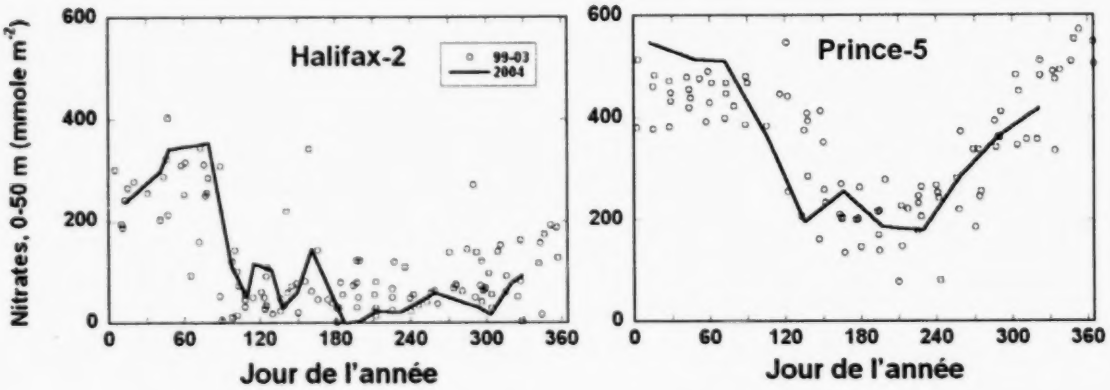
ÉVALUATION DES CONDITIONS EN 2004

Nutriants

Stations fixes. On a observé une diminution rapide des teneurs en nitrates près de la surface dans toutes les stations fixes des Régions des Maritimes et du Golfe au printemps et au début de l'été 2004. Les basses valeurs des teneurs superficielles ont persisté durant tout l'été dans les stations de la vallée de Shediac (le phénomène était manifeste malgré un échantillonnage limité) et au large d'Halifax et elles n'ont augmenté à nouveau qu'à la fin de l'automne. En été, la profondeur de la zone de raréfaction des nitrates est en général plus grande au large d'Halifax que dans la vallée de Shediac. La profondeur des zones de raréfaction des nitrates au large d'Halifax en 2004 était beaucoup plus grande que ce qu'on avait observé précédemment. Dans la baie de Fundy, les nitrates ne se sont jamais raréfiés près de la surface. Un échantillonnage limité en 2004 a empêché une évaluation du cycle saisonnier des nutriants dans la vallée de Shediac. L'évolution saisonnière de la structure verticale des nitrates au large d'Halifax en 2004 était comparable à ce qui avait été observé précédemment, sauf que les teneurs selon la profondeur étaient cette fois beaucoup plus basses. Les teneurs en surface en 2004 étaient comparables à leur moyenne à long terme, mais les teneurs en profondeur étaient bien inférieures à leur moyenne à long terme et comparables aux valeurs observées en 1999 et 2001.


Teneurs en nitrates (µM) - 2004
Station fixe de la vallee de Shediac
Profondeur (m)
Teneurs en nitrates (µM) - 2004
Transect d'Halifax, station 2
Profondeur (m)
Station fixe de Prince 5
Profondeur (m)
Anomalie des teneurs en nitrate
Transect d'Halifax, station 2
Profondeur (m)

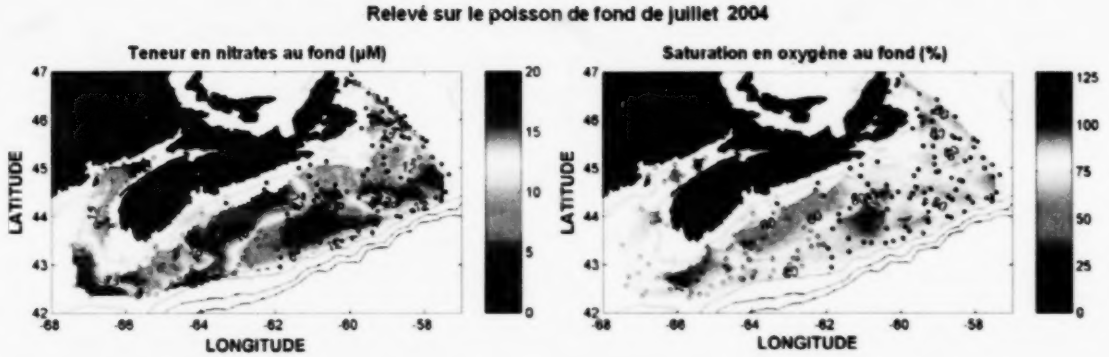
Les teneurs en nitrates dans les 50 m supérieurs (zone de profondeur au-dessus de laquelle la dynamique des nutriants est fortement influencée par les phénomènes biologiques) se caractérisaient par une forte variabilité saisonnière dans toutes les stations fixes des Régions du Maritimes et du Golfe. Dans la vallée de Shediac, elles étaient en 2004 comparables aux précédentes, malgré un échantillonnage limité. Au large d'Halifax, la tendance saisonnière dans la variabilité des nitrates était comparable en 2004 à ce qui avait été observé les années précédentes, mais les teneurs en nitrates durant l'hiver 2004 étaient parmi les plus hautes observées depuis le début du PMAZ, en 1999, tandis qu'en été et en automne, elles étaient parmi les plus basses. De la même manière, les teneurs hivernales en nitrates dans la baie de Fundy étaient plus fortes en 2004 que celles qui avaient été observées auparavant, tandis qu'en été et en automne, les concentrations de nitrates, qui n'ont jamais été épuisées, étaient comparables à celles des six dernières années. Contrairement à ce qui s'est produit les années précédentes, en 2004 le déclin des nitrates (pour cause de consommation biologique) au printemps et en été dans la baie de Fundy a commencé avec près de deux mois d'avance (en mars plutôt qu'en mai) sur sa période de démarrage antérieure. Une tendance à la hausse des teneurs hivernales en nitrates est observée dans cette station depuis 4 ans. En général, les teneurs annuelles en nitrates continuent d'être les plus fortes dans la baie de Fundy et les plus basses au large d'Halifax.



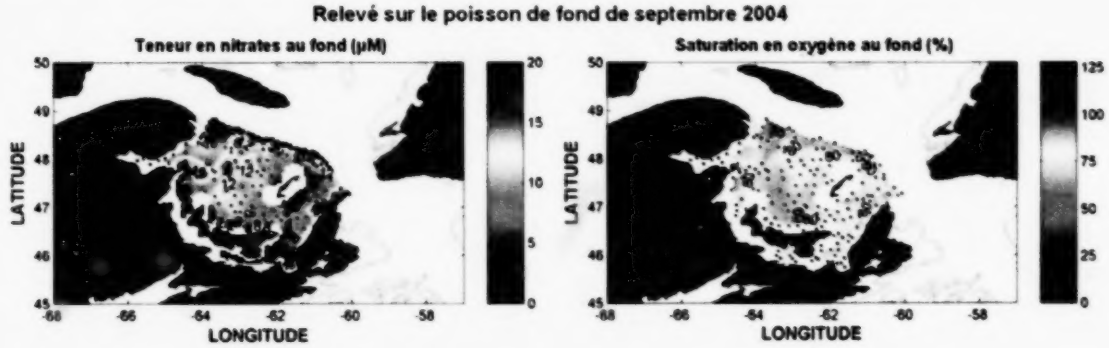
Transects du plateau néo-écossais. Les distributions verticales des nitrates au printemps et en automne étaient en général similaires le long des transects du plateau néo-écossais en 2004, c'est-à-dire que les teneurs étaient basses dans les eaux proches de la surface (<50 m), en raison de la consommation du phytoplancton, et qu'elles augmentaient avec la profondeur. En eau profonde, les teneurs étaient à leur plus fort dans les bassins et les eaux du talus situées au large du plateau. Comme on l'avait observé en 2003, les teneurs en nitrates à la surface étaient déjà considérablement appauvries lors du relevé de printemps (avril). Les teneurs en nitrates à la surface étaient également basses durant le relevé d'automne (octobre) et ne reflétaient pas un éventuel brassage saisonnier des nutriants depuis les eaux profondes vers les eaux de surface. En 2004, les teneurs en nitrates à proximité de la surface étaient soit comparables, soit légèrement inférieures à celles des années précédentes.

Relevés sur le poisson de fond. Les teneurs en nitrates des eaux de fond pendant le relevé d'été sur le poisson de fond du plateau néo-écossais de juillet 2004 étaient inférieures à celles observées en 2003. Elles augmentaient avec la profondeur et atteignaient leurs plus hauts niveaux dans les bassins profonds du plateau (p. ex. le bassin

Émeraude) et dans les eaux du talus au large du plateau. En été 2004, les taux de saturation en oxygène dans les eaux de fond du plateau néo-écossais étaient un peu plus élevés qu'en 2003; ils étaient à leur plus bas dans les bassins profonds et dans les eaux profondes du large du plateau, où les nutriants abondaient le plus.


Relevé sur le poisson de fond de juillet 2004
Teneur en nitrates au fond (µM)
Saturation en oxygène au fond (%)
LATITUDE
LONGITUDE

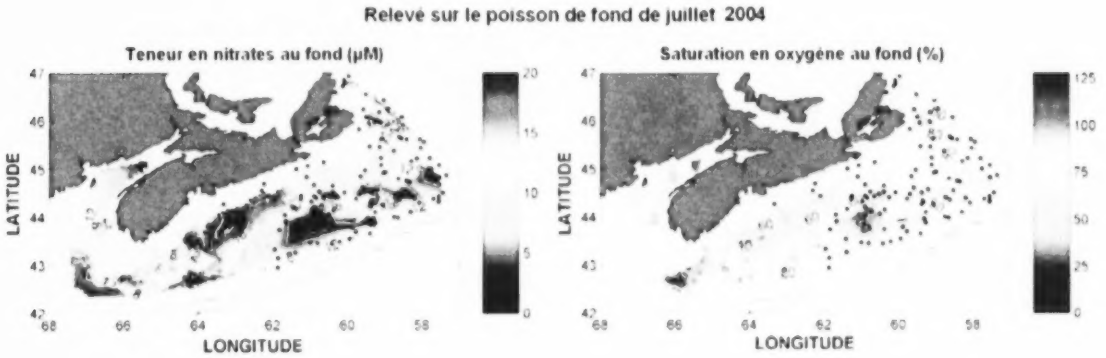
Dans le sud du Golfe en septembre, les teneurs en nitrates dans les eaux de fond étaient dans l'ensemble supérieures à celles de 2003. Elles atteignaient leur maximum dans le bassin ouest et dans les eaux profondes du chenal Laurentien. Quant aux taux de saturation en oxygène dans les eaux de fond du sud du Golfe, ils étaient comparables, en moyenne, aux taux observés en 2003. C'est dans le bassin ouest et dans les eaux profondes du chenal Laurentien qu'ils étaient les plus bas, soit là où les teneurs en nitrates étaient les plus élevées.


Relevé sur le poisson de fond de septembre 2004
Teneur en nitrates au fond (µM)
Saturation en oxygène au fond (%)
LATITUDE
LONGITUDE

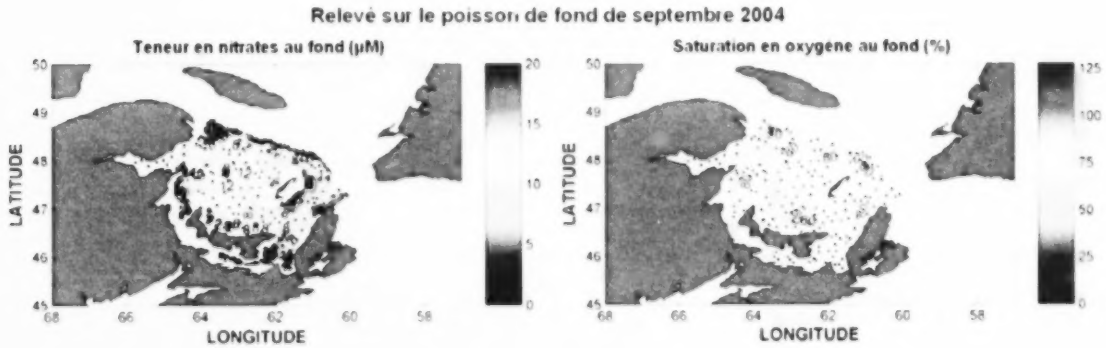
Phytoplancton

Stations fixes. Les cycles de croissance saisonnière du phytoplancton sont manifestement bien différents dans les trois stations fixes des Régions des Maritimes et du Golfe. À cause de la présence de glace dans le sud du Golfe au printemps, seule la dernière phase de l'efflorescence printanière est normalement captée par l'échantillonnage dans la vallée de Shediac. Comme, de surcroît, l'échantillonnage a été limité pendant la période libre de glace, on ne peut dire grand chose de l'étendue et de la variabilité de la biomasse de phytoplancton (chlorophylle) ainsi que de sa distribution verticale et de sa composition en 2004. L'efflorescence printanière au large d'Halifax, qui avait atteint un niveau record en 2003, était moins prononcée en 2004, quoique forte encore par rapport aux années antérieures. Cette efflorescence printanière est survenue en 2004 à la même période que précédemment. Le cycle de croissance du phytoplancton dans la baie de Fundy en 2004,

Émeraude) et dans les eaux du talus au large du plateau. En été 2004, les taux de saturation en oxygène dans les eaux de fond du plateau néo-écossais étaient un peu plus élevés qu'en 2003; ils étaient à leur plus bas dans les bassins profonds et dans les eaux profondes du large du plateau, où les nutriants abondaient le plus.


Relevé sur le poisson de fond de juillet 2004
Teneur en nitrates au fond (µM)
Saturation en oxygène au fond (%)
LATITUDE
LONGITUDE

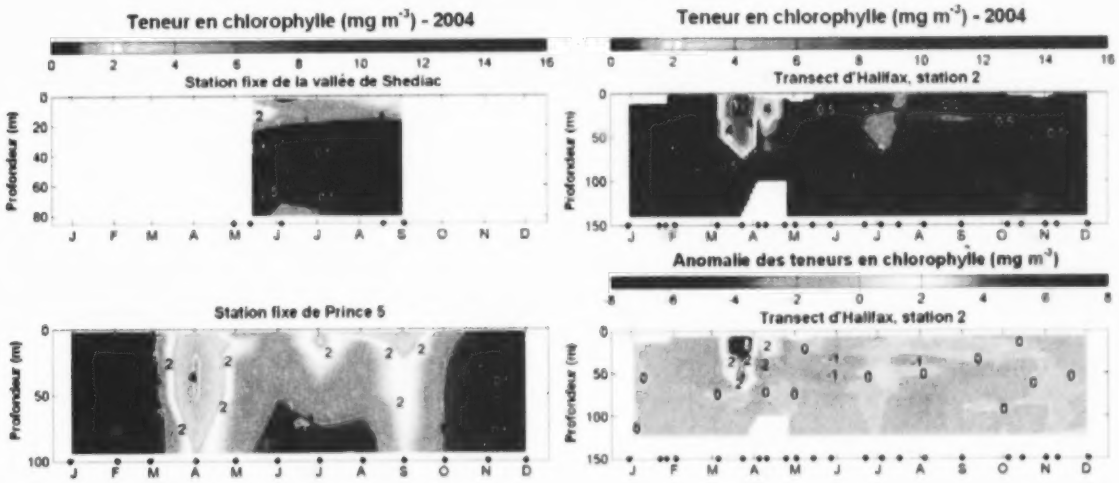
Dans le sud du Golfe en septembre, les teneurs en nitrates dans les eaux de fond étaient dans l'ensemble supérieures à celles de 2003. Elles atteignaient leur maximum dans le bassin ouest et dans les eaux profondes du chenal Laurentien. Quant aux taux de saturation en oxygène dans les eaux de fond du sud du Golfe, ils étaient comparables, en moyenne, aux taux observés en 2003. C'est dans le bassin ouest et dans les eaux profondes du chenal Laurentien qu'ils étaient les plus bas, soit là où les teneurs en nitrates étaient les plus élevées.


Relevé sur le poisson de fond de septembre 2004
Teneur en nitrates au fond (µM)
Saturation en oxygène au fond (%)
LATITUDE
LONGITUDE

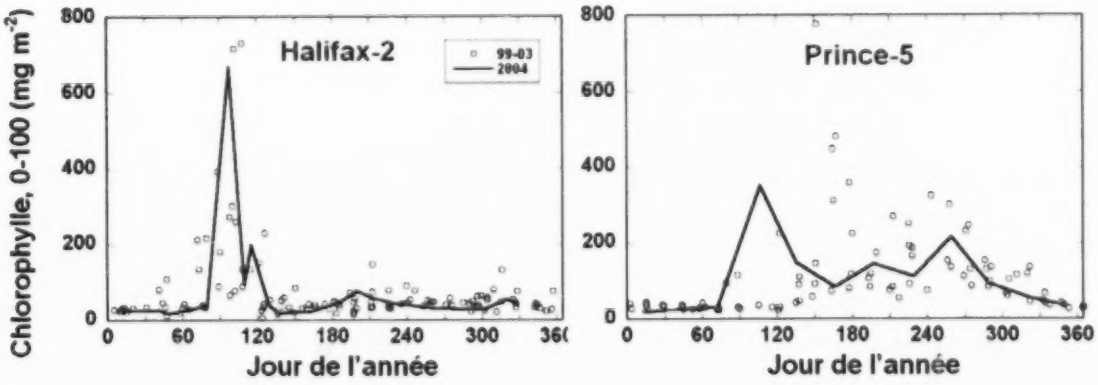
Phytoplancton

Stations fixes. Les cycles de croissance saisonnière du phytoplancton sont manifestement bien différents dans les trois stations fixes des Régions des Maritimes et du Golfe. À cause de la présence de glace dans le sud du Golfe au printemps, seule la dernière phase de l'efflorescence printanière est normalement captée par l'échantillonnage dans la vallée de Shediac. Comme, de surcroît, l'échantillonnage a été limité pendant la période libre de glace, on ne peut dire grand chose de l'étendue et de la variabilité de la biomasse de phytoplancton (chlorophylle) ainsi que de sa distribution verticale et de sa composition en 2004. L'efflorescence printanière au large d'Halifax, qui avait atteint un niveau record en 2003, était moins prononcée en 2004, quoique forte encore par rapport aux années antérieures. Cette efflorescence printanière est survenue en 2004 à la même période que précédemment. Le cycle de croissance du phytoplancton dans la baie de Fundy en 2004,

contrairement à ce qui s'est produit à Halifax, s'est caractérisé par une poussée de croissance relativement soutenue, qui a commencé au début de l'été et s'est poursuivie jusqu'à l'automne, en présentant deux pics.


Teneur en chlorophylle (mg m-3) - 2004
Station fixe de la vallée de Shediac
Profondeur (m)
J F M A M J J A S O N D
Teneur en chlorophylle (mg m-3) - 2004
Transect d'Halifax, station 2
Anomalie des teneurs en chlorophylle (mg m-3)
Station fixe de Prince 5
Transect d'Halifax, station 2

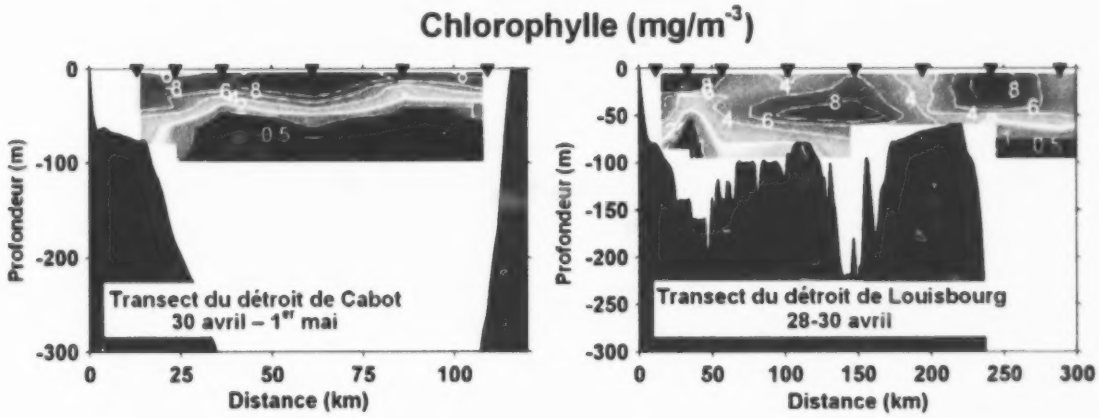
En 2004, les teneurs en chlorophylle durant l'échantillonnage limité ayant eu lieu dans la vallée de Shediac étaient conformes aux valeurs observées antérieurement. Au large d'Halifax et dans la baie de Fundy, elles étaient en général comparables à leurs valeurs de 2003, toutefois la biomasse maximale dans la baie de Fundy a été observée en 2004 près de deux mois plus tôt que les années précédentes (en avril plutôt qu'en juin). Exception faite de l'année 2003, parmi les trois stations fixes des Régions des Maritimes et du Golfe, c'est celle de la baie de Fundy qui a connu chaque année la plus forte abondance de phytoplancton.



L'évolution de la composition de la communauté de phytoplancton dans la vallée de Shediac en 2004 était conforme aux observations des années précédentes, c'est-à-dire qu'elle dénotait une prépondérance des flagellés et une diminution des diatomées au fur et à mesure que l'année avançait. Au large d'Halifax, la composition de la communauté de phytoplancton en 2004 différait de ce qu'on avait observé les années précédentes; en effet, les flagellés dominaient les populations tout au long de l'année, sauf pendant la courte période d'efflorescence printanière, durant laquelle ce sont les diatomées qui l'emportaient.

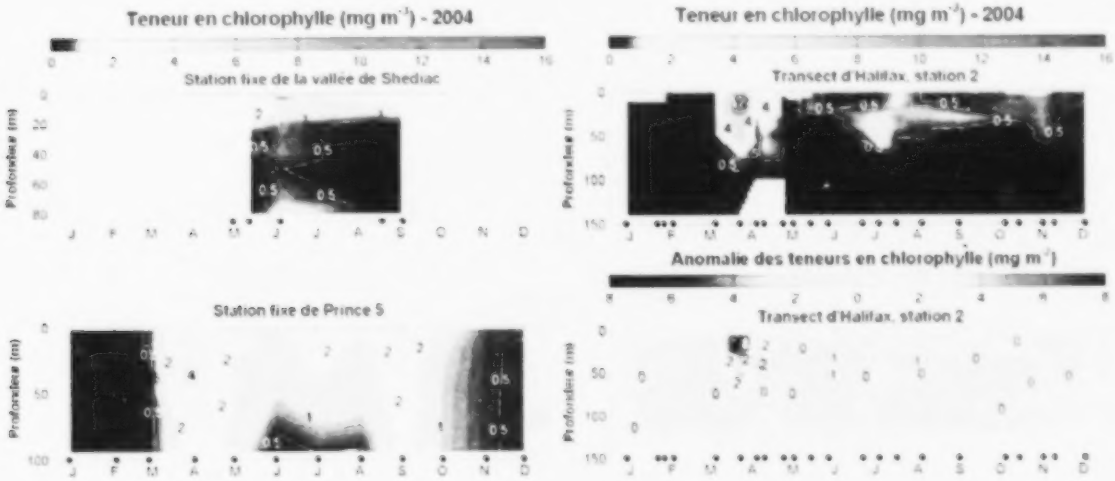
Les diatomées, en particulier, sont en général prépondérantes en hiver et au printemps à cette station. Pour sa part, la communauté de phytoplancton de la baie de Fundy était composée presque exclusivement de diatomées à longueur d'année.

Transects du plateau néo-écossais. Au cours du relevé du printemps 2004, les teneurs en chlorophylle le long de tous les transects, sauf celui d'Halifax, étaient proches de leurs hauts niveaux records de 2003. Comme les années précédentes, la chlorophylle était en général plus abondante dans l'est que dans l'ouest du plateau au printemps. En revanche, lors du relevé de l'automne 2004, les teneurs en chlorophylle se situaient un ordre de grandeur en dessous de celles du printemps, ce qui est caractéristique à cette période de l'année. En général, on observe une couche maximale de chlorophylle plus prononcée sous la surface aux stations des transects du plateau néo-écossais en automne; toutefois, dans le relevé de 2004, les plus fortes concentrations semblaient confinées aux eaux de surface, comme en 2003. L'abondance de la chlorophylle en automne 2004 était comparable sur tous les transects et légèrement inférieure à ses valeurs de 2003.

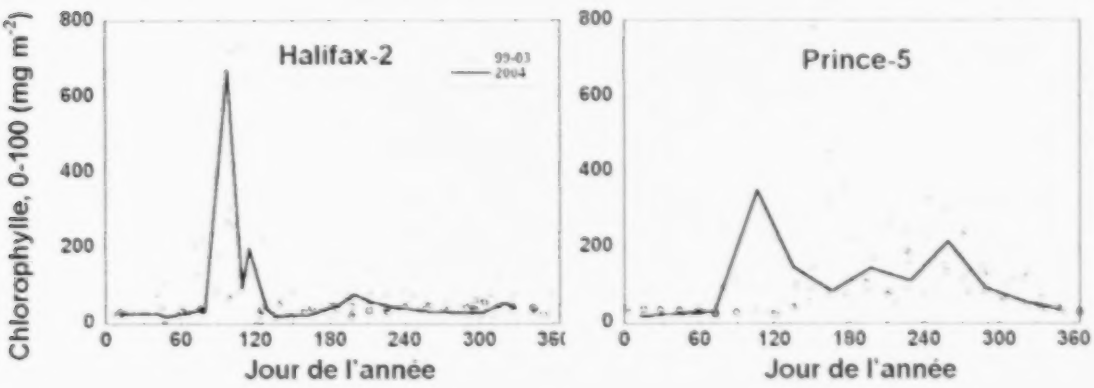


Relevés sur le poisson de fond. En 2004, les teneurs en chlorophylle à la surface dans le relevé d'été sur le plateau néo-écossais étaient uniformément basses sur la majeure partie du centre et de l'est du plateau. Comme les années précédentes, les teneurs en chlorophylle étaient hautes près de la côte du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et dans les approches de la baie de Fundy. Ces régions se caractérisent généralement par un fort brassage vertical. Dans l'ensemble, les teneurs estivales en chlorophylle à la surface sur le plateau néo-écossais en 2004 étaient inférieures à celles observées en 2003. En 2004, au cours du relevé sur le poisson de fond réalisé en automne dans le sud du Golfe, les teneurs en chlorophylle étaient supérieures à celles de 2003. Comme les années précédentes, les teneurs en chlorophylle tendaient à être plus élevées dans le bassin ouest.

contrairement à ce qui s'est produit à Halifax, s'est caractérisé par une poussée de croissance relativement soutenue, qui a commencé au début de l'été et s'est poursuivie jusqu'à l'automne, en présentant deux pics.


Teneur en chlorophylle (mg m-3) - 2004
Station fixe de la vallée de Shediac
Profondeur (m)
Teneur en chlorophylle (mg m-3) - 2004
Transect d'Halifax, station 2
Profondeur (m)
Station fixe de Prince 5
Profondeur (m)
Anomalie des teneurs en chlorophylle (mg m-3)
Transect d'Halifax, station 2
Profondeur (m)

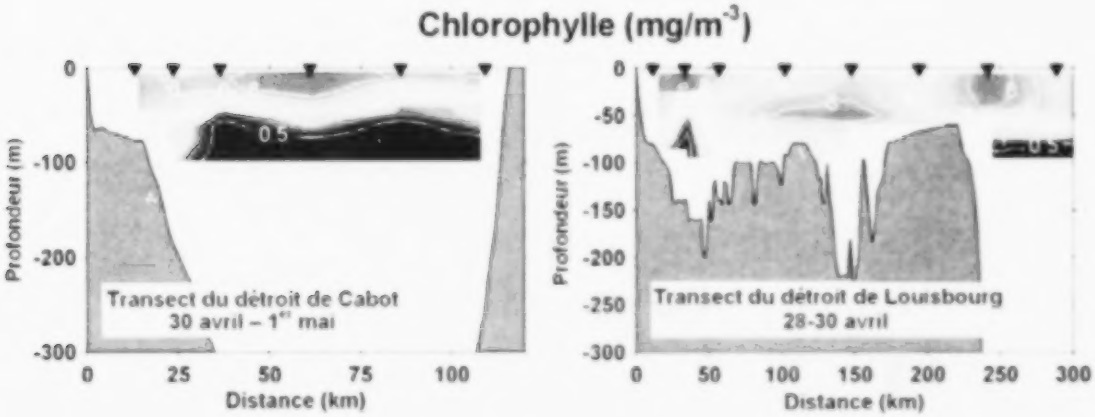
En 2004, les teneurs en chlorophylle durant l'échantillonnage limité ayant eu lieu dans la vallée de Shediac étaient conformes aux valeurs observées antérieurement. Au large d'Halifax et dans la baie de Fundy, elles étaient en général comparables à leurs valeurs de 2003, toutefois la biomasse maximale dans la baie de Fundy a été observée en 2004 près de deux mois plus tôt que les années précédentes (en avril plutôt qu'en juin). Exception faite de l'année 2003, parmi les trois stations fixes des Régions des Maritimes et du Golfe, c'est celle de la baie de Fundy qui a connu chaque année la plus forte abondance de phytoplancton.



L'évolution de la composition de la communauté de phytoplancton dans la vallée de Shediac en 2004 était conforme aux observations des années précédentes, c'est-à-dire qu'elle dénotait une prépondérance des flagellés et une diminution des diatomées au fur et à mesure que l'année avançait. Au large d'Halifax, la composition de la communauté de phytoplancton en 2004 différait de ce qu'on avait observé les années précédentes; en effet, les flagellés dominaient les populations tout au long de l'année, sauf pendant la courte période d'efflorescence printanière, durant laquelle ce sont les diatomées qui l'emportaient.

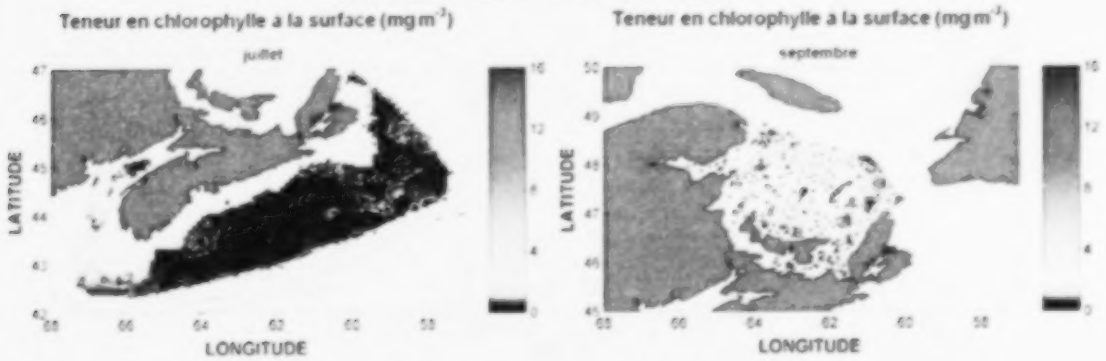
Les diatomées, en particulier, sont en général prépondérantes en hiver et au printemps à cette station. Pour sa part, la communauté de phytoplancton de la baie de Fundy était composée presque exclusivement de diatomées à longueur d'année.

Transects du plateau néo-écossais. Au cours du relevé du printemps 2004, les teneurs en chlorophylle le long de tous les transects, sauf celui d'Halifax, étaient proches de leurs hauts niveaux records de 2003. Comme les années précédentes, la chlorophylle était en général plus abondante dans l'est que dans l'ouest du plateau au printemps. En revanche, lors du relevé de l'automne 2004, les teneurs en chlorophylle se situaient un ordre de grandeur en dessous de celles du printemps, ce qui est caractéristique à cette période de l'année. En général, on observe une couche maximale de chlorophylle plus prononcée sous la surface aux stations des transects du plateau néo-écossais en automne; toutefois, dans le relevé de 2004, les plus fortes concentrations semblaient confinées aux eaux de surface, comme en 2003. L'abondance de la chlorophylle en automne 2004 était comparable sur tous les transects et légèrement inférieure à ses valeurs de 2003.



Relevés sur le poisson de fond. En 2004, les teneurs en chlorophylle à la surface dans le relevé d'été sur le plateau néo-écossais étaient uniformément basses sur la majeure partie du centre et de l'est du plateau. Comme les années précédentes, les teneurs en chlorophylle étaient hautes près de la côte du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et dans les approches de la baie de Fundy. Ces régions se caractérisent généralement par un fort brassage vertical. Dans l'ensemble, les teneurs estivales en chlorophylle à la surface sur le plateau néo-écossais en 2004 étaient inférieures à celles observées en 2003. En 2004, au cours du relevé sur le poisson de fond réalisé en automne dans le sud du Golfe, les teneurs en chlorophylle étaient supérieures à celles de 2003. Comme les années précédentes, les teneurs en chlorophylle tendaient à être plus élevées dans le bassin ouest.

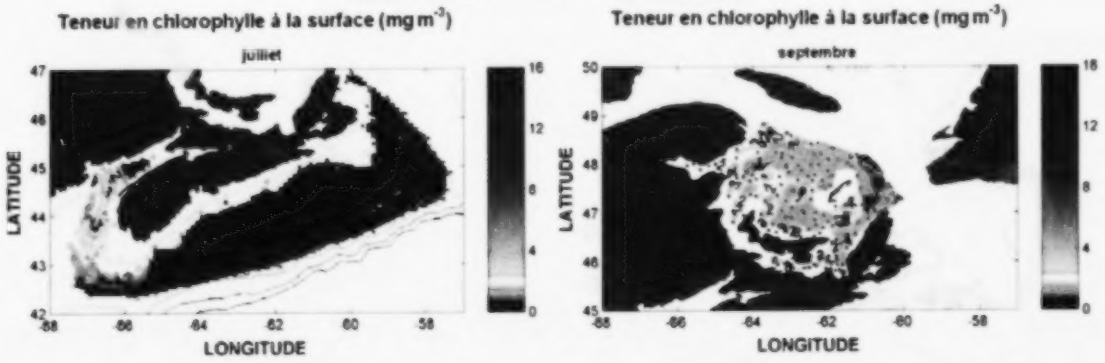
Relevé sur le poisson de fond de 2004



Télédétection par satellite Les données sur la couleur de l'océan (SeaWiFS) nous fournissent un moyen supplémentaire d'évaluer la biomasse de phytoplancton (chlorophylle) en surface aux stations fixes du PMZA, le long de transects saisonniers du plateau néo-écossais et à plus grande échelle (dans l'Atlantique Nord-Ouest). Les données SeaWiFS recueillies alentour des stations fixes, par exemple, dénotaient de fortes teneurs en chlorophylle durant l'efflorescence printanière dans la vallée de Shediac immédiatement après la fonte des glaces, atteignant des niveaux proches des sommets records observés en 2003. Ce phénomène est systématiquement passé inaperçu parce que les activités classiques d'échantillonnage ont été extrêmement limitées à cette station, en particulier en 2004. Il est intéressant de noter que le satellite n'a pas détecté la forte efflorescence printanière observée au large d'Halifax dans le cadre de l'échantillonnage classique en 2004. Toutefois, les données satellitaires révèlent bien que dans la vallée de Shediac et au large d'Halifax les efflorescences sont survenues à la même période que les années précédentes et que dans la baie de Fundy l'efflorescence s'est produite plus tôt que d'habitude.

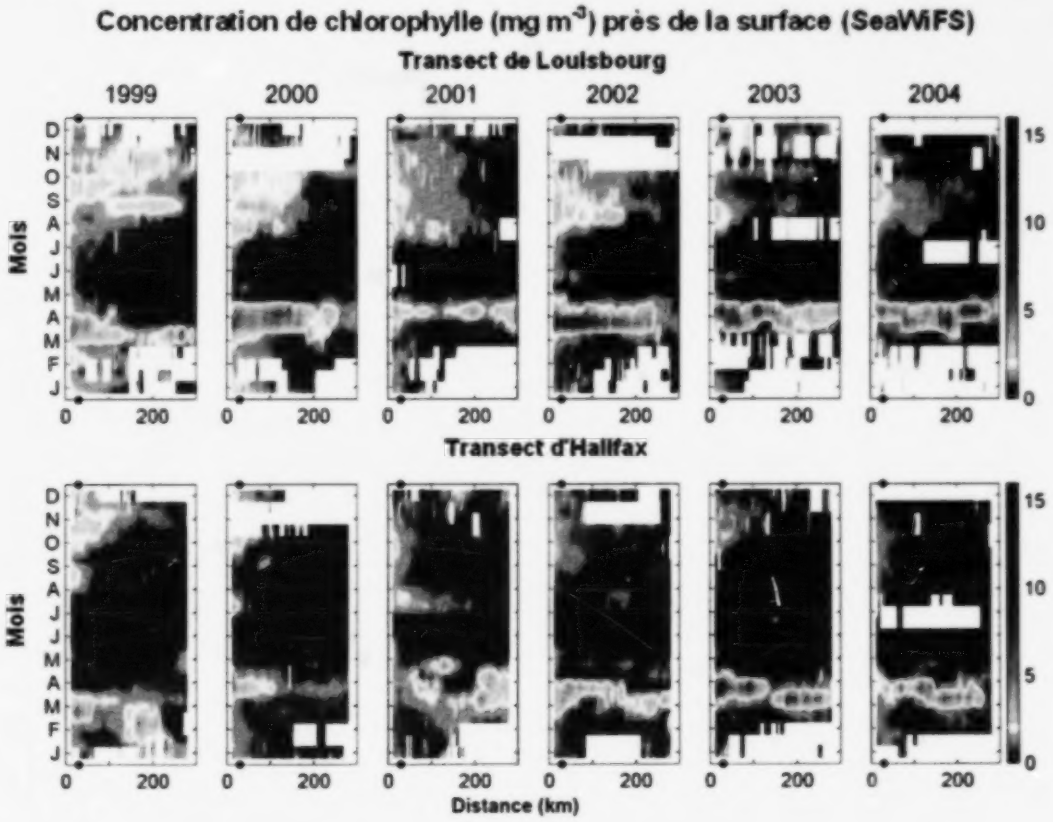
Les données sur la chlorophylle émanant de l'observation satellitaire peuvent aussi servir à produire des représentations graphiques des changements saisonniers de la teneur en chlorophylle le long des transects qui traversent le plateau néo-écossais. Par exemple, il est évident d'après ces données que les teneurs en chlorophylle à la surface sont généralement plus élevées dans l'est du plateau néo-écossais (transect de Louisbourg) que dans le centre et l'ouest de ce plateau (transect d'Halifax). Les efflorescences printanières sur le plateau néo-écossais se manifestent sous forme de phénomènes distincts et brefs, tandis que les efflorescences automnales semblent plus diffuses et varient selon le temps. La représentation graphique montre que les efflorescences printanières le long des transects du plateau néo-écossais étaient fortes en 2004, mais moins intenses qu'en 2003. Il apparaît aussi qu'il n'y avait pas de différence notable dans la période d'apparition et dans la durée des efflorescences en 2004 par rapport à 2003.

Relevé sur le poisson de fond de 2004



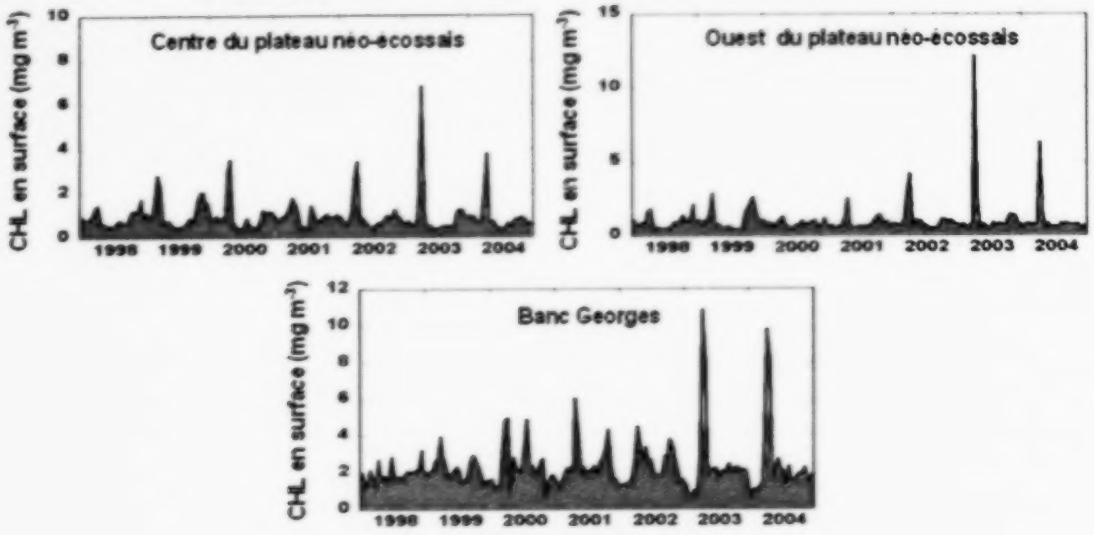
Télédétection par satellite Les données sur la couleur de l'océan (SeaWiFS) nous fournissent un moyen supplémentaire d'évaluer la biomasse de phytoplancton (chlorophylle) en surface aux stations fixes du PMZA, le long de transects saisonniers du plateau néo-écossais et à plus grande échelle (dans l'Atlantique Nord-Ouest). Les données SeaWiFS recueillies alentour des stations fixes, par exemple, dénotaient de fortes teneurs en chlorophylle durant l'efflorescence printanière dans la vallée de Shediac immédiatement après la fonte des glaces, atteignant des niveaux proches des sommets records observés en 2003. Ce phénomène est systématiquement passé inaperçu parce que les activités classiques d'échantillonnage ont été extrêmement limitées à cette station, en particulier en 2004. Il est intéressant de noter que le satellite n'a pas détecté la forte efflorescence printanière observée au large d'Halifax dans le cadre de l'échantillonnage classique en 2004. Toutefois, les données satellitaires révèlent bien que dans la vallée de Shediac et au large d'Halifax les efflorescences sont survenues à la même période que les années précédentes et que dans la baie de Fundy l'efflorescence s'est produite plus tôt que d'habitude.

Les données sur la chlorophylle émanant de l'observation satellitaire peuvent aussi servir à produire des représentations graphiques des changements saisonniers de la teneur en chlorophylle le long des transects qui traversent le plateau néo-écossais. Par exemple, il est évident d'après ces données que les teneurs en chlorophylle à la surface sont généralement plus élevées dans l'est du plateau néo-écossais (transect de Louisbourg) que dans le centre et l'ouest de ce plateau (transect d'Halifax). Les efflorescences printanières sur le plateau néo-écossais se manifestent sous forme de phénomènes distincts et brefs, tandis que les efflorescences automnales semblent plus diffuses et varient selon le temps. La représentation graphique montre que les efflorescences printanières le long des transects du plateau néo-écossais étaient fortes en 2004, mais moins intenses qu'en 2003. Il apparaît aussi qu'il n'y avait pas de différence notable dans la période d'apparition et dans la durée des efflorescences en 2004 par rapport à 2003.



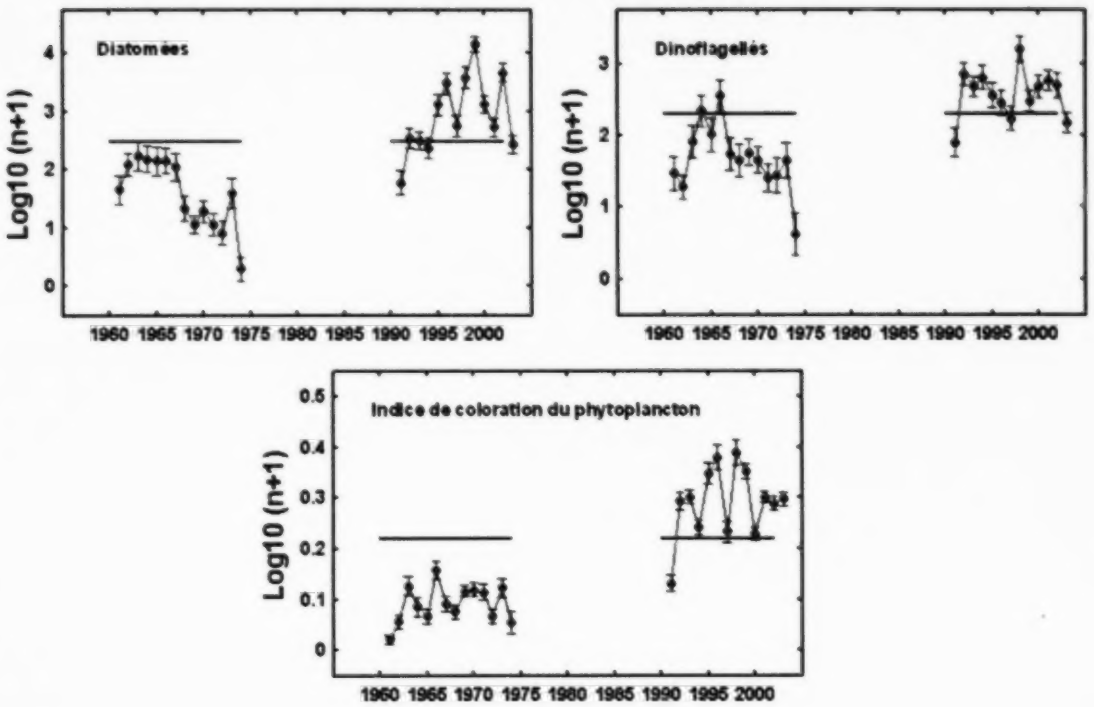
À plus grande échelle, on a observé en 2004 de fortes efflorescences, quoiqu'on en ait déjà connu de plus fortes, dans le sud du golfe du Saint-Laurent, dans le centre et l'ouest du plateau néo-écossais et sur le banc Georges. Dans une perspective annuelle, il apparaît que 2004 a été une année de forte production de phytoplancton dans le sud du Golfe et dans les régions du plateau néo-écossais et du golfe du Maine.

Chlorophylle près de la surface (SeaWiFS)

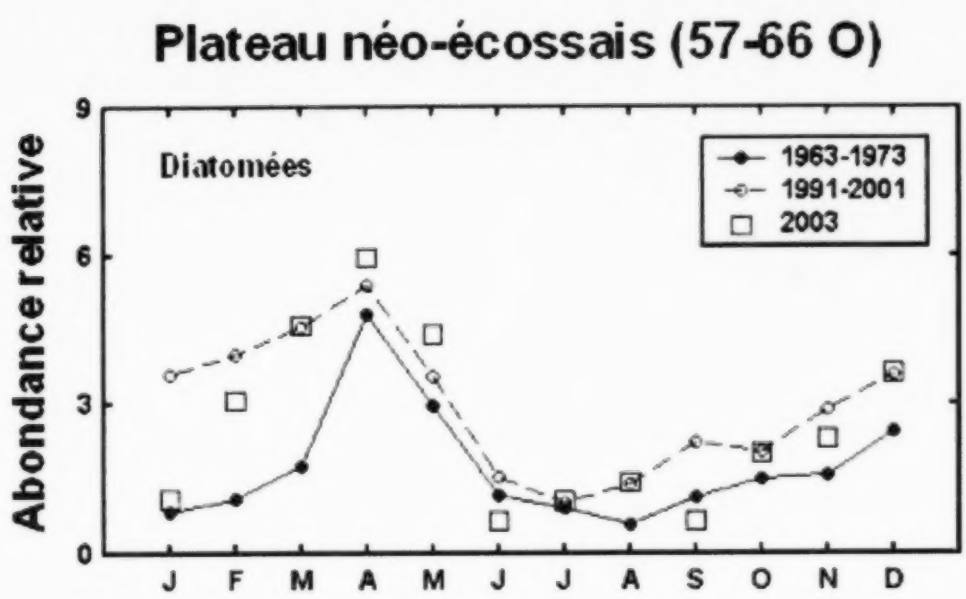

Centre du plateau néo-écossais
Ouest du plateau néo-écossais
Banc Georges
CHL en surface (mg m⁻³)
1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004

Enregistreur de plancton en continu. Ce sont les CPR qui nous fournissent la plus longue série de données sur le plancton dans l'Atlantique Nord-Ouest. L'analyse des données des CPR est décalée d'un an par rapport aux résultats du PMZA; par conséquent, on ne dispose actuellement que des données allant jusqu'en 2003. Elles révèlent néanmoins que l'indice de coloration du phytoplancton et l'abondance des grands dinoflagellés et diatomées sur le plateau néo-écossais ont été considérablement plus élevés à partir du début des années 1990 et jusque dans les années 2000, comparativement à ce qu'on avait observé dans les années 1960-1970. À plus court terme, l'indice de coloration du phytoplancton sur le plateau néo-écossais a été relativement stable (et supérieur à la moyenne à long terme) au cours des quelques dernières années. L'abondance des diatomées et des dinoflagellés, en revanche, a diminué en 2003, mais elle est restée supérieure à ses valeurs des années 1960 et 1970.

Plateau néo-écossais (57-66 O)

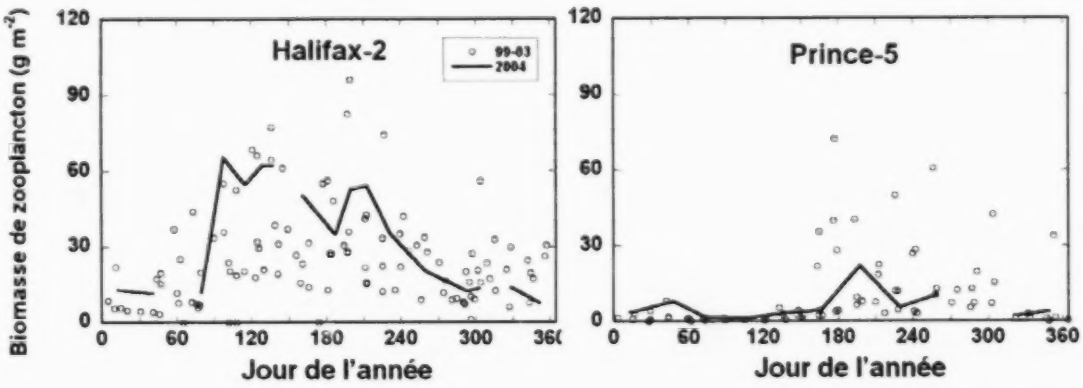


En 2003, l'abondance et le cycle saisonnier du phytoplancton étaient plus conformes aux tendances observées dans les années 1990 qu'à celles des années 1960 et 1970. Ces dernières années, l'abondance de phytoplancton a semblé se manifester plus tôt que dans les années 1960 et 1970. Quoique la période du pic d'abondance (avril) n'ait pas changé, des niveaux d'abondance plus élevés, en particulier des diatomées, ont été observés en février et mars 2003 par rapport aux années 1960 et 1970.



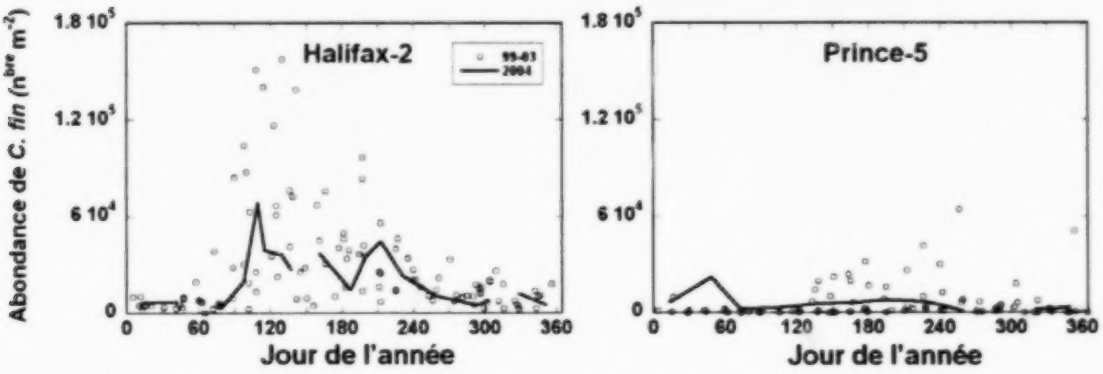
Zooplancton

Stations fixes. La biomasse de zooplancton à toutes les stations fixes des Régions des Maritimes et du Golfe était comparable ou inférieure en 2004 à ses valeurs des années précédentes. On n'a pas retrouvé en 2004 la forte biomasse record observée dans la vallée de Shediac en 2003, mais l'échantillonnage a été limité. Au large d'Halifax en 2004, la biomasse n'était que légèrement inférieure à ses valeurs de 2003 et présentait un large pic en été. Dans la baie de Fundy, la biomasse de zooplancton en 2004 était comparable à ses valeurs de 2003. Dans cette région, la biomasse de zooplancton ne représente en général qu'une petite fraction (10-20 %) de la biomasse des autres stations fixes et elle culmine plus tard dans l'année.



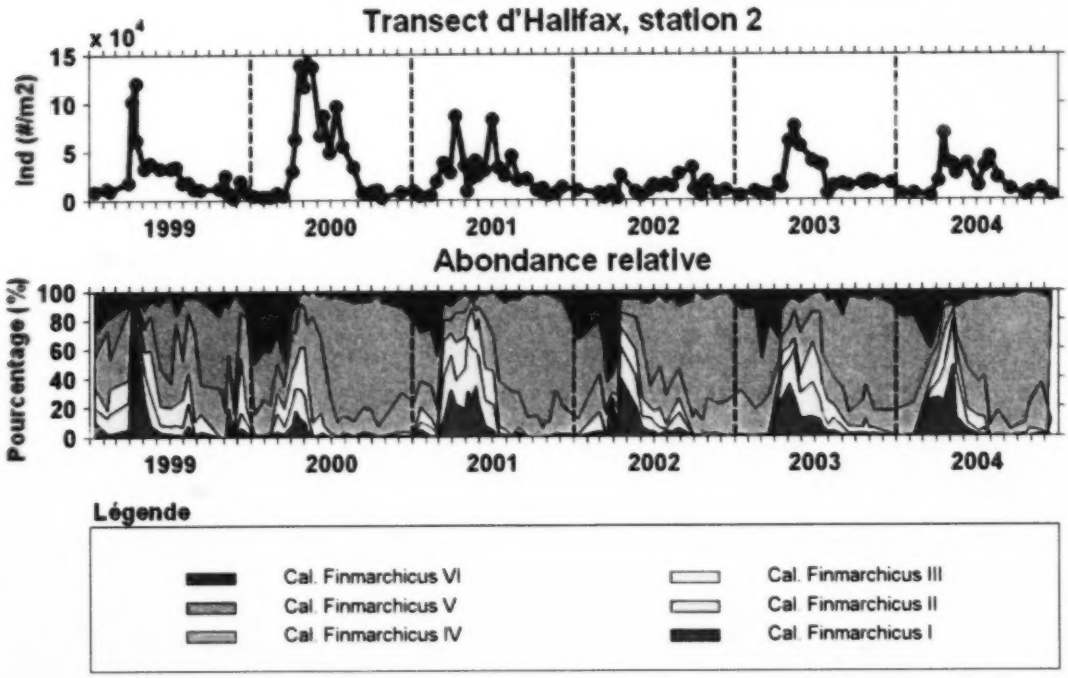
L'abondance de l'important copépode *Calanus finmarchicus* à toutes les stations fixes en 2004 était comparable ou inférieure à ce qui avait été observé en 2003, comme c'était le cas de la biomasse totale de zooplancton. L'abondance de *C. finmarchicus* dans la vallée

de Shediac, qui avait connu un pic record en 2003, est retombée à des niveaux plus caractéristiques de la région. Au large d'Halifax, l'abondance de *C. finmarchicus* en 2004 se maintenait à ses valeurs de 2003 et la tendance à la baisse observée les trois années précédentes avait apparemment cessé. Dans la baie de Fundy, l'abondance de *C. finmarchicus* était relativement inchangée en 2004 par rapport à 2003. Comme c'est le cas pour la biomasse de zooplancton, l'abondance de *C. finmarchicus* dans la baie de Fundy ne représente qu'une petite fraction de l'abondance de cette espèce aux autres stations fixes.



Une analyse de la hiérarchie de la communauté a révélé que la domination numérique des copépodes parmi le zooplancton s'est poursuivie tout au long de l'année 2004 dans toutes les stations fixes des Régions des Maritimes et du Golfe. On a observé à nouveau en 2004 la poussée récurrente de larves d'échinodermes et de pouces-pieds ainsi que d'euphausiacés qui s'était manifestée précédemment au printemps et en été dans la baie de Fundy. De plus, on a observé en été pour la première fois à cette station une poussée de méduses et d'appendiculaires. En 2004, à toutes les stations fixes, les copépodes étaient composés majoritairement de petites espèces (*Oithona*, *Pseudocalanus*, *Paracalanus*, *Clausocalanus*, *Centropoges* et *Temora sp.*), comme les années précédentes. L'importance relative de l'espèce plus grosse *Calanus sp.* semble s'être accrue dans toutes les stations fixes depuis le début de l'échantillonnage effectué dans le cadre du PMZA, soit depuis 1999. Cela apparaît surtout dans la baie de Fundy, où l'abondance de *Calanus spp.* a constamment augmenté, passant de <10 % en 1999 à un sommet record de ~80 % à la fin de 2003 et au début de 2004. Dans la baie de Fundy, les « autres » espèces de copépodes (comme *Acartia sp.*, harpacticoïdes) représentent une fraction importante (>60 %) des copépodes en été, tandis qu'elles jouent un rôle mineur (<10 %) dans la vallée de Shediac et au large d'Halifax. Il ressort de la distribution des stades de *C. finmarchicus* en 2004 que la reproduction (révélée par la présence des premiers stades de développement I-III) a été en général limitée au printemps et au début de l'été au large d'Halifax, mais qu'elle a été plus largement répartie au long de l'année aux stations de la vallée de Shediac et de la baie de Fundy, comme les années antérieures. Toutefois, le pic de reproduction semblait se produire au printemps à toutes les stations, comme les années précédentes. En 2004, la période de reproduction au large d'Halifax est survenue plus tôt qu'en 2003, si on se fonde sur la première apparition des stades juvéniles, soit à la fin de février plutôt qu'à la fin de mars, quoique le pic d'abondance des premiers stades se soit produit à peu près à la même période les deux années (mai).

Composition par stades et abondance de C. finmarchicus



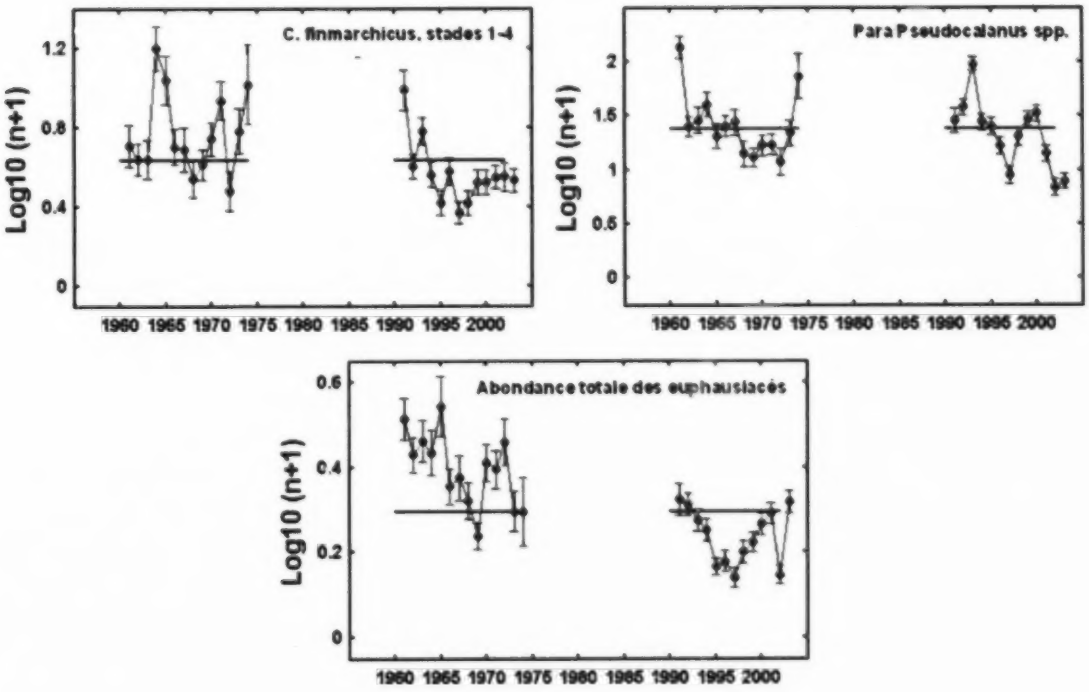
Transects du plateau néo-écossais. En 2004, la biomasse de zooplancton et l'abondance de *C. finmarchicus* étaient généralement plus hautes sur le plateau néo-écossais au printemps qu'en automne, comme cela avait été le cas les années précédentes. Quoique les niveaux de biomasse soient similaires sur l'ensemble du plateau, l'abondance de *C. finmarchicus* est quant à elle généralement plus forte dans l'ouest que dans l'est du plateau au printemps. Le long des transects d'Halifax et du banc de Brown au printemps 2004, l'abondance était inférieure aux niveaux observés en 2003. En revanche, la biomasse le long des transects de Canso et d'Halifax en automne 2004 était notablement supérieure aux valeurs observées en 2003. En automne, l'abondance de *C. finmarchicus* était aussi plus grande en 2004 qu'en 2003 le long du transect de Louisbourg.

Relevés sur le poisson de fond. La distribution de la biomasse de zooplancton observée durant les grands relevés d'hiver et de printemps ainsi que d'été et d'automne sur le poisson de fond peut être qualifiée de très variable dans l'espace et dans le temps. En général, toutefois, la biomasse est à son plus fort dans les bassins profonds et dans les eaux profondes du large du plateau, ou dans les chenaux (p. ex. chenal Nord-Est, au large du banc Georges, et chenal Laurentien, bordant le sud du Golfe au nord). De plus, durant les relevés d'été, la biomasse a toujours été plus élevée dans l'ouest que dans l'est du plateau néo-écossais. Cela tranche avec la constance est-ouest observée dans la biomasse au cours des relevés de printemps et d'automne. En 2004, la biomasse moyenne de zooplancton en février sur le banc Georges a été sensiblement plus élevée qu'en 2003, inversant la tendance à la baisse observée les quatre années précédentes. Aucune tendance ne se dégageait des niveaux moyens de biomasse observés durant les relevés d'été des cinq dernières années. De la même manière, la biomasse moyenne au cours des relevés d'automne dans le sud du Golfe a été relativement stable de 1999 à 2003, mais en

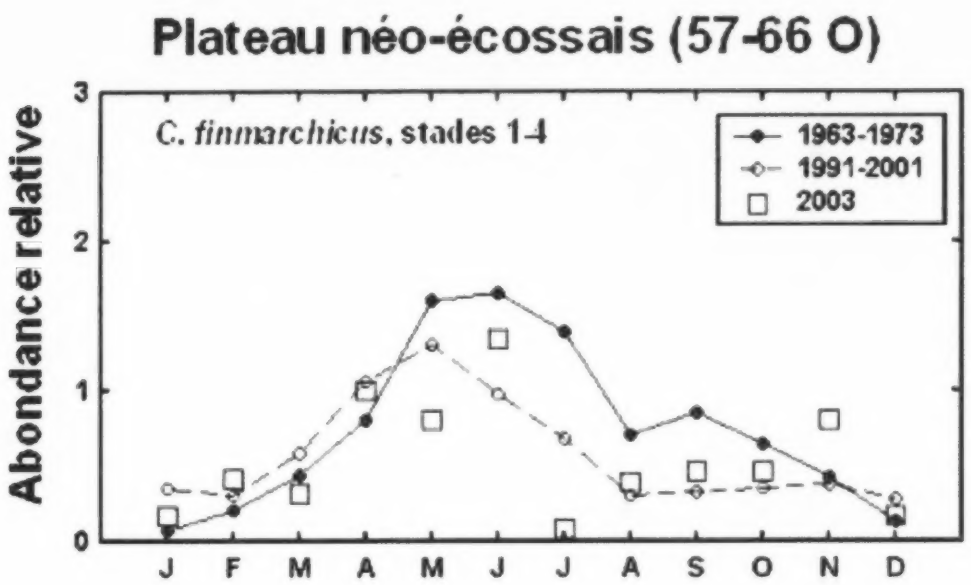
2004, les niveaux observés étaient bien plus élevés que les précédents. On n'a pas encore de données sur les espèces de zooplancton observées dans la plupart des relevés sur le poisson de fond.

Enregistreurs de plancton en continu. Si le phytoplancton a augmenté sur le plateau néo-écossais dans les années 1990, le zooplancton y a en général diminué, en particulier du début au milieu des années 1990. Dans les quelques dernières années, l'abondance du zooplancton a augmenté sur le plateau néo-écossais par rapport à ses basses valeurs du milieu des années 1990; cela est vrai, du moins, pour ce qui est de certaines espèces, mais d'autres espèces restent peu nombreuses. À cet égard, il convient de noter que, comme en 2002, l'abondance de *Paracalanus/Pseudocalanus spp.* a été en 2003 proche de son plus bas seuil et bien inférieure à sa moyenne à long terme. En revanche, après avoir été basse en 2002, l'abondance des euphausiacés a considérablement augmenté en 2003, pour approcher de sa moyenne à long terme. Le nombre de *C. finmarchicus* est resté stable en 2003 et proche de sa moyenne à long terme.

Plateau néo-écossais (57-66 O)



Contrairement à ce qu'on a constaté dans le cas du phytoplancton, les cycles d'abondance saisonnière des espèces de zooplancton en 2003 étaient peu conformes aux tendances observées dans les années 1960-1970 et 1990. Les cycles saisonniers de *C. finmarchicus* et de *Paracalanus/ Pseudocalanus spp.* en 2003 semblaient comparables à ce qu'on avait vu dans les années 1990 (quoique l'abondance de *Paracalanus/ Pseudocalanus spp.* était bien inférieure à ses niveaux de 1990). En 2003, le cycle des euphausiacés était plus proche de la tendance observée dans les années 1960 et 1970.



SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Harrison, G., D. Sameoto, J. Spry, K. Pauley, H. Maass and V. Soukhovtsev. Optical, chemical and biological oceanographic conditions in the Maritimes/Gulf Regions in 2003. 2004. MPO – Sciences, Secr. can. cons. scient., Doc. rech. 2004/067.

MPO, site Web de SeaWiFS : http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/ias/remotesensing.html

Petrie, B., P. Yeats, and P. Strain. 1999. Nitrate, silicate and phosphate atlas for the Scotian Shelf and the Gulf of Maine. Can. Tech. Report of Hydrography and Ocean Sci. 203, 96pp.

Therriault, J.C., et al. (11 co-authors). 1998. Proposal for a Northwest Atlantic Zonal Monitoring Program. Can. Tech. Report of Hydrography and Ocean Sci. 194, 57pp.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

contactez : G. Harrison (Ph.D.)
Institut océanographique de Bedford
C.P. 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)

Tél. : (902) 426-3879
Télécopieur : (902) 426-9388
Courriel : harrisong@mar.dfo-mpo.gc.ca
Site Web : http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/zmp/main_zmp_e.html

Distribué par le :

Bureau du processus consultatif régional
des provinces Maritimes
Pêches et Océans Canada
C.P. 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

Téléphone : (902) 426-7070
Fax : (902) 426-5435
Courriel : XMARMRAP@mar.dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN : 1480-4921 (imprimé)
© Sa Majesté du chef du Canada, 2005

An English version is available on request at the above address.

LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO, 2005. État de l'océan en 2004 : conditions chimiques et biologiques dans le golfe du Maine, dans la baie de Fundy, sur le plateau néo-écossais et dans le sud du golfe du Saint-Laurent. MPO, Secr. can. cons. sci., Avis sci. 2005/046.